

EUR 4717 n

COMMISSIE VAN DE EUROPESE GEMEENSCHAPPEN

LIBRARY

EUROPEAN COMMUNITY
INFORMATION SERVICE
WASHINGTON, D. C.

**50 MW_e KERNENERGIECENTRALE
DODEWAARD**

Jaarverslag 1970

1971



Verslag opgesteld door de
N.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland - GKN /
N.V. Samenwerkende Electriciteits-Productiebedrijven - SEP/Nederland

Deelnemingscontract No. 006-63-4 REPN

BELANGRIJKE MEDEDELING

Dit document is opgesteld onder auspiciën van de Commissie van de Europese Gemeenschappen.

Er wordt op gewezen dat de Commissie van de Europese Gemeenschappen, haar contractpartners of enige namens hen handelende persoon :

geenszins garanderen dat de in dit document vervatte mededelingen juist of volledig zijn, noch ervoor kunnen instaan dat het gebruik van enige in dit document vermelde mededeling, uitrusting, methode of procédé, geen inbreuk maakt op de uitsluitende rechten.

geen enkele verantwoordelijkheid aanvaarden voor schade die eventueel kan voortvloeien uit het gebruik van de mededelingen, uitrustingen, methoden of procédés die in dit document zijn beschreven.

Dit rapport wordt verkocht in de verkoopkantoren die op de achterzijde van de omslag zijn vermeld.

tegen de prijs van Fl. 9,— FF 13,80 FB 125,— DM 9,20 Lit. 1.560,—

Gelieve bij elke bestelling het nummer EUR en de titel, die op de omslag van elk rapport zijn vermeld, op te geven.

Gedrukt door L. Vanmelle, Gent
Luxemburg, november 1971

EUR 4717 n

COMMISSIE VAN DE EUROPESE GEMEENSCHAPPEN

**50 MWe KERNENERGIECENTRALE
DODEWAARD**

Jaarverslag 1970

1971



Verslag opgesteld door de
N.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland - GKN /
N.V. Samenwerkende Electriciteits-Productiebedrijven - SEP/Nederland
Deelnemingscontract No. 006-63-4 REPN

SAMENVATTING

Het jaar 1970 is het tweede volledige bedrijfsjaar van de eerste Nederlandse kernenergiecentrale. Dit tweede jaar kan worden gezien als een periode waarin verdere verbeteringen in de centrale werden aangebracht. De gunstige ervaringen van 1969 met de centrale in bedrijf werden gecontinueerd. Buiten de twee langere bedrijfsonderbrekingen, die veroorzaakt werden door de noodzaak de tijdelijke absorptieplaten te verwijderen en werkzaamheden aan de turbine-installatie uit te voeren om het rendement van de installatie te verbeteren, was het beschikbaarheidspercentage 98,3 %. Gedurende de laatste drie maanden van het jaar deed zich zelfs geen enkele interne storing voor waarvoor de centrale moest worden afgeschakeld. Tegenover een beschikbaarheidspercentage van de centrale van 73,5 % over 1969 staat een beschikbaarheidspercentage van 81,5 % over 1970.

Naast een overzicht over de bedrijfsvoering van de centrale geeft dit rapport een beschrijving van de onderhouds- en reparatiewerkzaamheden, de reaktorfysische en de chemische bedrijfsaspecten, de stralingscontrole, terwijl tenslotte aandacht wordt besteed aan de voorbereidingen voor de maart 1971 stop, tijdens welke onder meer voor de eerste maal splijtstof zal worden gewisseld.

TREFWOORDEN

SEP
BOILING WATER REACTORS
OPERATION
SHUTDOWN
TURBINES
CONTROL ROD DRIVES
WASTE SOLUTIONS
WATER
WASTE PROCESSING
COMPUTERS
VENTILATION
MONITORING
REACTOR CORE
INSTRUMENTS

Jaarrapport

N.V. Gemeenschappelijke Kernenergiecentrale Nederland

1970

blz.

INHOUDSOPGAVE

1. BEDRIJFSVOERING

Overzicht van het bedrijf van de centrale	5
Totaal overzicht scrams, trips, starts en stops in 1970	13
Het onderhoud van de centrale	17
De reactor	17
Bedrijfsbeproevingen	18
Contracten voor opwerking en fabricage van splijststofelementen	19
De voor maart-'71 geplande onderhoudsperiodes	20
Nog op te lossen belangrijke problemen	21
Conclusies	27

2. SYSTEMEN EN COMPONENTEN

Turbineinstallatie	30
Regelstaafaandrijvingen	32
Reactorwaterzuiveringssysteem	37
De afvalwaterindampinstallatie	40
Installatie voor verwerking van vloeibaar radioactief afval	42
Ventilatiesysteem	44
Computers	46

3. REACTORFYSICA EN THERMOHYDRAULICA

Algemeen	47
Reactorfysica en thermohydraulica	47
Kerninstrumentatie	53
Toekomstige wisselladingen	55

blz.

4. ONDERHOUDSWERKZAAMHEDEN

Storingen en modificaties	56
Werktuigkundig onderhoud	60
Elektrotechnisch onderhoud	63
Instrumentatie onderhoud	64

5. CHEMISCHE EN RADIOCHEMISCHE BEDRIJFSASPECTEN

Primaire systeem	67
Waterhuishouding	77

6. STRALINGSCONTROLE

Externe aspecten	81
Metingen	81
Interne aspecten	84
Spiljstofelementen	86
Afvoer radioactief vast afval	86

7. BEDRIJFSBUREAU

Voorbereiding van werkzaamheden	87
Gereedschappen voor het splijtstofwisselen en het werken aan de regelstaafaanrijfmechanismen	87
Radioactieve afvalverwerking	89
Schoonmaken in de centrale	90
Magazijn	90

1. BEDRIJFSVOERING *)

Overzicht van het bedrijf van de centrale

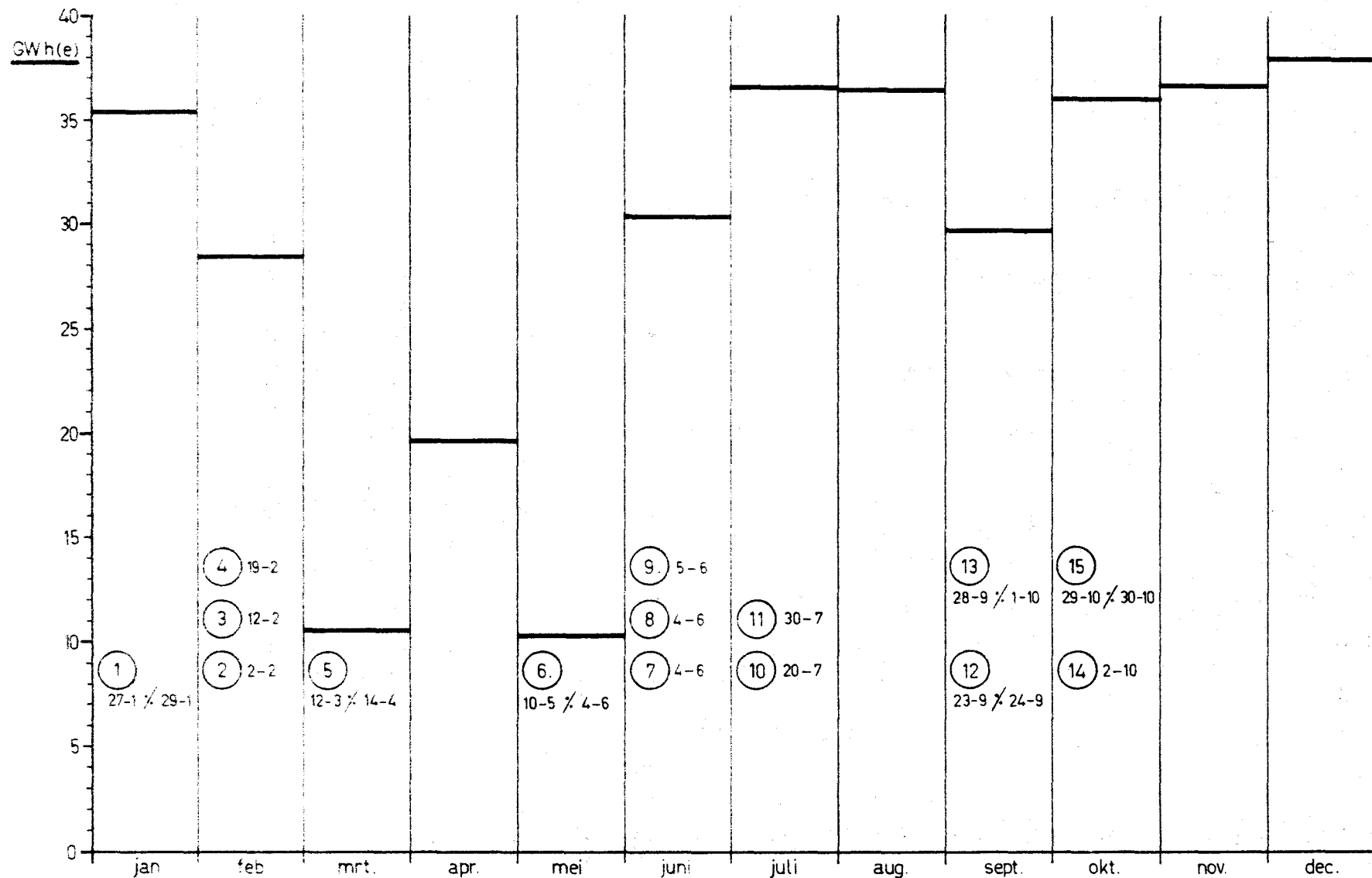
Het jaar 1970 is het tweede volledige bedrijfsjaar van de eerste Nederlandse kernenergiecentrale. Dit tweede jaar kan worden gezien als een periode waarin verdere verbeteringen in de centrale werden aangebracht. De gunstige ervaringen van 1969 met de centrale in bedrijf werden gecontinueerd. Buiten de twee langere bedrijfsonderbrekingen, die veroorzaakt werden door de noodzaak de tijdelijke absorptieplaten te verwijderen en werkzaamheden aan de turbineinstallatie uit te voeren om het rendement van de installatie te verbeteren, was het beschikbaarheidspercentage 98,3%. Gedurende de laatste drie maanden van het jaar deed zich zelfs geen enkele interne storing voor waarvoor de centrale moest worden afgeschakeld. Tegenover een beschikbaarheidspercentage van de centrale van 73,5% over 1969 staat een beschikbaarheidspercentage van 81,5% over 1970.

De beschikbaarheid van het reactorsysteem, dat in 1969 99,99% was, lag in 1970 belangrijk lager. Dit werd veroorzaakt door de tijdelijk in de kern aangebrachte absorptieplaten, die in de nieuwe kern nodig waren om met de regelstaven de reactiviteit van deze kern te beheersen. Intussen was van andere reactoren reeds bekend dat deze platen door bestraling krom trokken. Toen in maart moeilijkheden werden ondervonden met de juiste werking van de regelstaven kon direct de oorzaak worden vermoed. Besloten werd het reactorvat te openen en de absorptieplaten te verwijderen. Oorspronkelijk lag het in de bedoeling deze werkzaamheden te doen samenvallen met verdere verbeteringen van de turbineinstallatie; deze bedrijfsonderbreking was gepland in mei en kon helaas niet twee maanden naar voren worden geschoven. Het uit de kern halen van de platen ging tengevolge van de kromheid niet zonder moeilijkheden. Het voornemen was tijdens de mei onderbreking tevens inspecties uit te voeren van het reactorvat, de splijststofelementen en de regelstaven; daar hiervoor nog niet alle apparatuur ter beschikking was werd de inspectie tijdens de maart onderbreking slechts oppervlakkig uitgevoerd waarbij echter toch kon worden geconstateerd dat de reactor in goede conditie verkeerde. Wel werd een thermisch schild geplaatst in de stomp op het reactorvat aan de terugstroom(condensaat)zijde van de noodcondensor; hiertoe werd het waterniveau in het vat tot onder de stomp verlaagd. Het bleek dat de straling van de kern zelf gering was, de nauwelijks te verwijderen corrosieproducten op de vatwand gaven echter een hoog stralingsniveau. Daar het laswerk goed was voorbereid kon de verblijfsduur in het vat beperkt blijven, de door de lasser ontvangen dosis ioniserende straling bedroeg 620 mrem.

*) Manuscript ontvangen op 9 september 1971

Alhoewel niet alle werkzaamheden in het reactorvat konden worden uitgevoerd welke voor de mei onderbreking waren gepland kon toch worden besloten het reactorvat tijdens deze tweede centrale-onderbreking niet opnieuw te openen. In de loop van het jaar werd de beschikbaarheid van het reactorsysteem nog éénmaal gestoord door een lek in de luchtvoorziening naar de besturing van de regelstaven; deze storing was echter slechts van korte duur. Gedurende de tweede - nu geplande - bedrijfsonderbreking in mei werden wederom belangrijke verbeteringen aangebracht in de turbineinstallatie en het condensorkoelwatersysteem. Ondermeer werd een voorvanger ingebouwd in de leiding naar de hogedruk waterafscheider waardoor het waterafscheidend effect is verhoogd; toch wordt met een totaal vangst van 19 ton water per uur bij vollast nog ver onder het ontwerp-criterium van 29 t/h gebleven. Verder werden diverse regelafsluiters en leidingen in de nevencondensaat en ontwaterings-systemen vergroot, ondermeer om tegemoet te komen aan de contracteis volgens welke de turbineinstallatie geschikt moet zijn voor 65 MWe bedrijf. Het bestaande condensorreinigingssysteem werd geheel gemodificeerd. De bestaande ballenvangzeefstukken met vaste zeven werden vervangen door nieuwe zeefstukken met beweegbare zeven. Het circulatiesysteem voor de rubber reinigingskogels werd geheel aangepast; de leidingloop werd verbeterd, leiding diameters werden vergroot, pompen en ballenvangsluizen werden verplaatst. De werking van het systeem is nu zeer bevredigend; de circulatie van de reinigingskogels is goed, condensor vervuiling is niet meer voorgekomen; de zeven van de ballenvangzeefstukken kunnen nu ingeval van vervuiling tijdens bedrijf worden schoongespoeld; vóór de wijziging moest de centrale hiervoor worden stilgelegd. Na de twee lange bedrijfsonderbrekingen in maart/april en mei 1970 hebben de officiële warmteverbruiksmetingen plaats gevonden. Hierbij werd vastgesteld dat over het gehele belastinggebied het gegarandeerde gemiddelde warmteverbruik van 2627 kcal/kWh met 2,64% werd overschreden. Deze overschrijding is $1\frac{1}{2}\%$ hoger dan contractueel als maximum is vastgesteld. De turbineinstallatie en het condensorkoelwatersysteem werden op 1 oktober 1970 door GKN van Stork overgenomen, waarbij een garantieperiode van 1 jaar is ingegaan. De nog openstaande onvolmaaktheden zullen in de komende tijd worden verholpen. De twee belangrijkste bedrijfsonderbrekingen, de eerste van 12 maart tot 14 april die onverwachts moest worden ingelegd door moeilijkheden met de tijdelijke absorptieplaten en de tweede van 10 mei tot 4 juni die gepland was voor het uitvoeren van modificaties aan de turbine en ombouw van het condensorreinigingssysteem zijn reeds genoemd. Alle bedrijfsonderbrekingen zijn in de grafiek "bedrijfs-onderbrekingen 1970" uitgezet; doordat tevens de geleverde energie per maand is uitgezet is de invloed van de storingen hierop te zien.

BEDRIJFSONDERBREKINGEN IN 1970



In januari (1) werden een aantal stoomlekkages gerepareerd, in februari (3,4) moesten tengevolge van het stukslaan van een aantal zeven van een korfbandzeefmachine de condensors herhaaldelijk gereinigd worden waarbij op 12 maart (5), tijdens het weer opstarten van de installatie, bleek dat de absorptieplaten het normaal functioneren van de regelstaven gingen bemoeilijken en uit de reactor verwijderd moesten worden.

Bedrijfsonderbreking (6) in mei was gepland als revisieperiode en werd gevolgd door de storingen (7), (8) en (9) tijdens het weer in bedrijf nemen van de installatie.

In juli (10) werd de torninrichting gedemonteerd, de koppeling gaf moeilijkheden, om gemodificeerd te worden.

De eerste bedrijfsstoring na de revisieperiodes deed zich voor in juli (11) toen een reactorscram optrad door het wegvallen van de instrumentatielucht wat hoogstwaarschijnlijk veroorzaakt werd door een storing in de luchtdroger. In september waren twee stops (12, 13) nodig voor het verhelpen van lekkages.

Tenslotte werd het bedrijf in oktober (14 en 15) tweemaal onderbroken tengevolge van oorzaken buiten de centrale gelegen namelijk door blikseminslag in en reparatie van de signaalkabel tussen de centrale en het koppelstation Dodewaard.

In november en december was de centrale ononderbroken op vol vermogen in bedrijf.

De onderbrekingen van het centrale bedrijf kunnen als volgt worden ingedeeld:

Geplande stops (totaal 7, totale duur \pm 29 dagen)

no.	reden	duur	
		uur	%
1, 13	reparaties van stoomlekkages aan de turbine	103	1,17
3, 4	schoonmaken condensors	36	0,41
6	modificaties turbine en inbouwen condensorreinigingssysteem	526	6
10	demonteren torninrichting	4	0,004
12	reparatie lekke voedingwaterpomp omloopleiding	30	0,34
		<hr/>	<hr/>
		719	8,2

Niet-geplande stops (totaal 8, totale duur ± 34 dagen)

no.	reden	duur	
		uur	%
2, 14, 15	spanningsval in het net, openen 150 kV-schakelaar PGEM en sluiting in signaalkabel tussen centrale en koppelstation.	24	0,27
5	storing eigenbedrijf tijdens opstarten van de installatie resulterend in vastlopen van regelstaven op tijdelijke absorptieplaten.	794	9,06
7, 8	instrumentatiefouten bij opstarten na revisieperiode (stop no. 6); wordt beschouwd nog bij revisie te behoren.	6	0,07
9	lekkage lagedruk stoomdroger tengevolge van montagefout tijdens revisie stop no. 6; wordt beschouwd nog bij revisie te behoren.	8	0,01
11	wegvallen instrumentatielucht	7	0,008
		<hr/> 815	<hr/> 9,3

Vergelijking met 1969 laat zien dat het totaal aantal bedrijfsonderbrekingen belangrijk is teruggebracht, namelijk van 28 tot 15; de niet geplande bedrijfsonderbrekingen verminderden van 18 tot 5. De ernstigste storing met betrekking tot de snelheid waarmede deze optrad was die tengevolge van blikseminslag bij de beveiligings- en communicatiekabel tussen de centrale en het 150 kV-koppelstation, waardoor de 150 kV-vermogensschakelaar van de centrale werd uitgeschakeld en de in vol bedrijf zijnde installatie geheel uitviel; moeilijkheden hebben zich hierbij echter niet voorgedaan. De centrale is 17,5% van het jaar buiten bedrijf geweest, waarvan 15% ten behoeve van twee grote onderhoudsperiodes waarvan er een was gepland. Laat men de revisies en de hiermee samenhangende storingen buiten beschouwing, evenals de bedrijfsonderbrekingen tengevolge van blikseminslag in de beveiligings- en communicatiekabel tussen de centrale en het koppelstation dan komt men op 180 uur buiten bedrijf. Gerekend ten opzichte van het gehele jaar, buiten de revisieperiodes, betekent dit een beschikbaarheidspercentage van 98,3%.

TOTAAL OVERZICHT BEDRIJFS ONDERBREKINGEN. 1970

NR.	VAN		TOT		DUUR		GEPLAND		PRIMAIRE OORZAAK/REDEN
	DAG	UUR	DAG	UUR	DAGEN	UREN	JA	NEE	
70-1	27-1	35.52	29-1	05.10	1	05.18	X		Reparaties stoomlekages.
70-2	2-2	06.48	2-2	07.29		00.41		X	Spanningsval in het net.
70-3	12-2	01.28	12-2	23.47		22.19	X		Schoonmaken condensors kerfbandzaaf gescheurd.
70-4	19-2	03.30	19-2	17.07		13.37	X		Schoonmaken en controle ballenraaf in uitlaatscondensora.
70-5	12-3	03.19	31-3	24.00	19	20.31		X	Schoonmaken condensors waarna bij op start vastlopen regelstaven bij
	1-4	00.00	14-4	05.32	13	05.32			isolatieseraam op eigen bedrijfsa- storing.
70-6	10-5	02.08	31-5	24.00	21	21.52	X		Geplande stop voor turbine modifi- cation, ombouw van condensorrein- gingssysteem en revisie van regel- staafaantriefsmechanismen.
	1-6	00.00	4-6	04.30	3	04.30			Hoogniveau voorwarmer 4 (instrumen- tatiefout t.g.v. binnendringen vocht in capacitieve meetwaardegever).
70-7	4-6	04.32	4-6	05.10		00.38		X	Hoogniveau voorwarmer 4 (instrumen- tatiefout t.g.v. binnendringen vocht in capacitieve meetwaardegever).
70-8	4-6	06.28	4-6	12.36		06.08		X	Lekkage lagedruk stoomdroger.
70-9	5-6	14.28	5-6	22.17		07.49		X	Demonteren torninrichting
70-10	20-7	12.00	20-7	16.42		04.42	X		Seraam tengevolge van wegvallen instrumentatie lucht.
70-11	30-7	00.59	30-7	08.06		07.07		X	Lekkage omloop voedingwaterpompen
70-12	23-9	02.20	24-9	08.25	1	06.06	X		Lekkage flensklephuis van turbine.
70-13	28-9	01.25	30-9	24.00	2	22.35	X		
	1-10	00.00	1-10	03.23		03.23			
70-14	2-10	16.16	2-10	23.10		06.54		X	Openen 150 KV-schakelaar P.O.D.N. isolatiesera..
70-15	29-10	08.49	30-10	01.50		17.01		X	Sluiting in beveiligingskabel tussen centrale en koppelstation Dodewaard.
				Totaal	67	6.12			

Bedrijfsgegevens 1970

De belangrijkste bedrijfsgegevens voor 1970 kunnen als volgt worden samengevat en vergeleken met die voor 1969

	1970	1969	
MW(th) nominaal	163,4	163,4	MW(th)
MW(e) nominaal	54	54	MW(e)
Max. mogelijk aantal bedrijfsuren	8760	8760	h
Reactorbedrijfsuren	7313,36	6954	h
Reactor uit bedrijf t.g.v. scrams	7,55	5	h
Reactor uit bedrijf t.g.v. onderhoud	1285,30	± 231	h
Reactor uit bedrijf t.g.v. storingen	0	0	h
Turbogenerator bedrijfsuren	7127	6434	h
Turbogenerator uit bedrijf t.g.v. trips	13,50	13	h
Turbogenerator uit bedrijf t.g.v. onderhoud	807,17	2296	h
Turbogenerator uit bedrijf t.g.v. storingen	0	12	h
Max. mogelijke opwekking van thermische energie	1431,4	1431,4	GWh(th)
Opgewekte thermische energie	1143,2	1013,1	GWh(th)
Gemiddelde versplijting van de kern in de huidige toestand	9928	4914	MWd/t
Max. mogelijke opwekking van elektrische energie	473,07	473,07	GWh(e)
Opgewekte elektrische energie	367,98	315,49	GWh(e)
Eigenverbruik aan elektrische energie	20,93	18,75	GWh(e)
Netto geleverde elektrische energie	347,24	296,74	GWh(e)
Beschikbaarheid van de centrale naar vermogen	77,8	66,7	%
Beschikbaarheid van de centrale naar uren	81,5	73,5	%
Beschikbaarheid van de reactor naar 163,4 MW(th)	83,6	80,9	%
Beschikbaarheid van de reactor naar uren	85,2	99,99	%
Beschikbaarheid van de turbo-generator naar uren	93,3	73,5	%

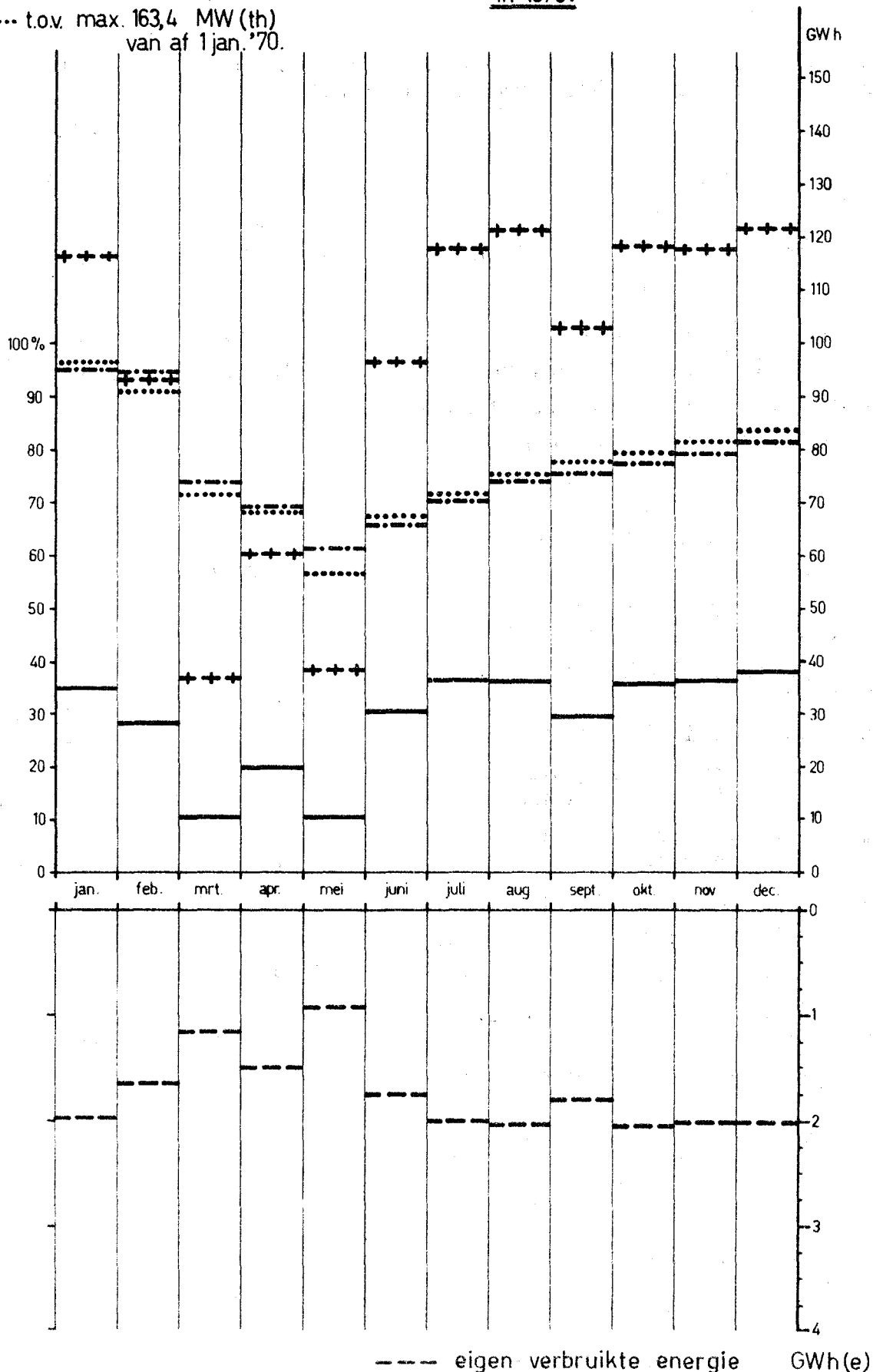
BESCHIKBAARHEIDSPERCENTAGE VAN DE CENTRALE.

----- t.o.v. max. mogelijke bedrijfs-
duur van af 1 jan. '70.

..... t.o.v. max. 163,4 MW (th)
van af 1 jan. '70.

(netto) geleverde elektrische energie GWh(e)/mnd.
(bruto) geproduceerde therm. energie GWh(th)/mnd.

in 1970.



Totaal overzicht scrams, trips, starts en stops in 1970

In een totaal overzicht zijn per maand de reactorscrams en generator- en turbineafschakelingen gegeven, gesplitst naar oorzaak.

Het hoge aantal scrams is voornamelijk te wijten aan testen van het reactorbeveiligingssysteem en aan onderhoudswerkzaamheden waarbij de reactor uit bedrijf was. Er is een modificatie in voorbereiding waardoor het reactorbeveiligingssysteem toch volledig kan worden getest terwijl hierbij nog maar één scram behoeft op te treden.

De oorzaken van de andere scrams en afschakelingen zijn als volgt onder te brengen

- reactorscrams, niet met de hand, geschiedden tengevolge van
 - isolatiesignaal via reactorbeveiligingen door instrumentatiefout in oliekoeling van 10,5/150 kV transformator
 - bedieningsfout door te laat overschakelen van beveiligingskanaal
 - wegvallen van instrumentatielucht
 - isolatiesignaal via reactorbeveiliging door afschakelen 150 kV schakelaar veroorzaakt door blikseminslag.
- turbineafschakelingen niet met de hand geschiedden tengevolge van
 - hoog niveau in voorwarmers door spanningsdip, via turbine beveiliging
 - te lage oliedruk bij op toeren brengen turbine, via turbine beveiliging
 - te hoog niveau in voorwaemers door instrumentatiefout 2 maal
 - afschakeling 150 kV schakelaar veroorzaakt door blikseminslag, via turbinebeveiliging.
- generatorafschakelingen niet met de hand geschiedden tengevolge van
 - aanspreken van de terugwattbeveiliging na scram van de reactor.

Geen scrams of afschakelingen niet met de hand vonden plaats in januari, april, mei, augustus, september, november en december van dit jaar.

De ernstigste storing was die in oktober veroorzaakt door blikseminslag, tengevolge waarvan de in vol bedrijf zijnde installatie geheel uitviel. Deze storing heeft echter geen moeilijkheden opgeleverd. De grootste moeilijkheid werd veroorzaakt door de instrumentatiefout in een oliekoelcircuit van de hoofdtransformator, de hierop volgende reactorscram was aanleiding tot de ongeplande bedrijfsonderbreking waarbij de absorptieplaten uit de reactor moesten worden verwijderd.

Vergelijking 1970 met 1969 levert de volgende tabel

	1970	1969
scrams niet met de hand	4	17
turbineafschakelingen niet met de hand	6	31
generatorafschakelingen niet met de hand	1	3

De grote vooruitgang met betrekking tot deze storingen in 1970 vergeleken met 1969, respectievelijk 11 en 51, is duidelijk.

TOTAAL OVERZICHT SCRAMS, TRIPS, STARTS, STOPS etc.

PERIODE: 1970

Maand:	reactorscrams							reactor			gen./turb. afschakelingen						turbine.		generator		Opmerkingen:
	reactor		reactor beveil.	instrum. fout	bed. fout	hand scram	scrams totaal	start	kritisch	stop	gen. beveil.	turb. beveil.	instrum. fout	bed. fout	hand afschak.	totaal	> torn	uitkl. totaal	synchr.	afschak. totaal	
	in bedrijf	uit bedrijf																			
Jan.	X							2	1	2					1	1	1	1	1	1	
Febr.	X											2			2	4	4	4	3	3	
Maart	X		1				1	1	1	1					1	1		1		1	
		X	1		1	3	5														
April								2	2	1							1		1		
		X	8	1	1	1	11														
Mei								2	2	2					1	1		1		1	
		X	9	1		1	11														
Juni	X				1		1	3	3	2			2		1	3	4	3	4	3	
Juli	X			1			1	1	1		1				1	2	2	2	2	2	
		X	1				1														
Aug.																					
Sept.	X							2	2	2					2	2	1	2	1	2	
		X		1		1	2														
TOTAAL:																					

TOELICHTING:

x als door een instrumentatiefout of een bedieningsfout een scram wordt veroorzaakt, is deze onder de betreffende kolom aangegeven en niet onder reactorbeveiliging.

xx als door een instrumentatiefout of een bedieningsfout een afschakeling wordt veroorzaakt, is deze onder de betreffende kolom aangegeven en niet onder generatorbeveiliging of turbinebeveiliging.

xxx de onder "generator/turbine-afschakelingen" gegeven aantallen betreffen zowel generator of turbine alleen, als generator + turbine.

Het onderhoud van de centrale

Het onderhoud van de centrale heeft in technisch opzicht, evenals in 1969, geen grote problemen opgeleverd. Mede tengevolge van stralingsaspecten treden de grootste moeilijkheden op bij het onderhoud van het reactorwaterzuiveringssysteem en van de regelstaafaandrijfmechanismen.

De 4-traps pompen van het reactorwaterzuiveringssysteem zijn gedurende het verslagjaar voor een groot gedeelte buiten bedrijf geweest, waardoor ook de hydrocyclonen in dit systeem niet konden worden benut. De storingen aan deze pompen zijn o.a. te wijten aan trillingsverschijnselen, veroorzaakt door onbalans, krom trekken van de as of een ongunstige verhouding tussen bedrijfs en kritisch torental. Overwogen wordt om de constructie van deze pompen te wijzigen dan wel deze pompen te vervangen door pompen van een eenvoudiger constructie. Naar aanleiding van de opgedane ervaring tijdens de maart 1970 onderbreking is zeer veel aandacht besteed aan de ontwikkeling van afstandsgereedschap en verdere hulpapparatuur, om het splitsstofwisselen en het onderhoud van de regelstaafaandrijfmechanismen te verbeteren en om inspecties en onderzoeken aan het reactorvat te kunnen uitvoeren, en wel zodanig dat de hierbij op te lopen stralingsdoses tot een redelijk niveau beperkt blijven.

Er werd een decontaminatiestation ingericht, waarbij vooral van de reeds ter beschikking staande ultrasoon reiniger gebruik wordt gemaakt. Het decontamineren van onderdelen die buiten de centrale moeten worden bewerkt is een moeilijk en tijdrovend aspect bij het onderhoud.

Verder bleek bij toenemend onderhoud vooral in deze sector hoe krap de personeelsbezetting van de centrale nog steeds is, ondanks een kleine uitbreiding ten opzichte van 1969. Voor de werktuigkundige, elektrotechnische en instrumentatie onderhoudsdiensten en voor de corveedienst moest op grote schaal van de hulp van derden worden gebruik gemaakt. Inclusief het werk tijdens de bedrijfsonderbrekingen en inclusief tekenwerk bedroeg deze hulp in 1970 respectievelijk 1004, 245, 267 en 587 mandagen. Voor een deel van het werktuigkundig onderhoud kon personeel van de revisiedienst van de PGEM worden ingezet.

De reactor

Met betrekking tot de fysische aspecten van de reactor moest in 1970 meer werk worden gedaan dan in het voorgaande jaar, waarvoor de groep Reactorphysica van de KEMA werd ingeschakeld. Dit meerdere werk hield in het bijzonder verband met de voorspelling van het tijdstip waarop de tijdelijke absorptieplaten konden worden verwijderd, de voorspelling en meting van de minimale onderreactiviteit bij verwijdering van de absorptieplaten, de voorspelling van de opbrand waarbij alle regelstaven uit de kern zouden zijn en de samenstelling van de kern na splitsstofwisselen.

Hoewel het eind van de cyclus bij normale bedrijfsomstandigheden op 24 januari 1971 werd voorspeld is besloten de bedrijfsonderbreking voor splijtstofwisselen eerst op 15 maart te beginnen. Gedurende een gedeelte van deze tussenliggende periode kan toch het nominale thermische vermogen worden aangehouden door verhoging van het waterniveau in het reactorvat waardoor minder stoom in het valkanaal wordt medegenomen ("carry-under"). Gedurende een laatste periode zal het vermogen geleidelijk afnemen met ongeveer 10% per maand; berekend is dat dit economische voordelen heeft. Mogelijk zal altijd een zekere "derating" gepland moeten worden om te voorkomen dat tengevolge van onvoorziene bedrijfsomstandigheden de kern niet voldoende opbrand heeft gehad, geplande bedrijfsonderbrekingen zijn immers moeilijk op te schuiven in verband met de vele gemaakte afspraken voor assistentie tijdens deze perioden.

Met betrekking tot de thermohydraulische aspecten hebben zich geen moeilijkheden voorgedaan en kon met de belangrijkste ontwerpcriteria, evenals in 1969, ruim beneden de maximale ontwerpgegevens worden gebleven. Verwacht wordt dan ook dat een bij de autoriteiten ingediende aanvraag om het vermogen van de reactor te mogen verhogen tot 185 MW(th) geen problemen zal opleveren. Voor een verdergaande verhoging zullen eerst echter nog uitvoerige evaluaties moeten worden uitgevoerd waarna beslist zal worden tot aanpassing van het slokvermogen van de turbine.

Bedrijfsbeproevingen

Bedrijfsbeproevingen ter controle van het gedrag van de centrale c.q. de systemen worden voortgezet. Een belangrijke beproeving was de bepaling van de wateroverslag van de noodcondensor. Nadat in de ontluchtingsleiding twee waterafscheiders waren ingebouwd was de wateroverslag nog iets te hoog; het bleek dat in een van deze elementen een centrifugerend element met een onjuiste geometrie was ingebouwd. Na correctie hiervan voldeed de werking voldoende.

Hoewel niet met voorbedachte rade turbine uitklinken of lastafschakelen werd ingeleid kon toch met behulp van een opgestelde snelle storingsschrijver worden geconstateerd dat bij deze door storingen veroorzaakte transiënten de moeilijkheden met het regelsysteem van de turbinekleppen nog niet zijn opgelost.

Succesrijk zijn wel de beproevingen geweest van verbeterde constructies van de reactorvatveiligheden, deze werden op de KEMA-stoomketel getest. De uiteindelijke constructie is ook in bedrijf op het reactorvat lekdicht gebleven. Over de diverse beproefde modificaties zal een publicatie verschijnen.

Na het in bedrijf stellen van de centrale deden zich in het condensorkoelwatersysteem duidelijk verschijnselen van waterslag voor, die een nadere bestudering zeer wenselijk maakte. De verschijnselen manifesteerden zich bij de terugslagkleppen van de hoofdkoelwaterpompen in het koelwatergebouw als een serie zware slagen. Na een uitgebreide studie waarbij ook het Waterloopkundig Laboratorium ingeschakeld werd, is tot een ombouw van het stuur- en remmechanisme van deze kleppen besloten, zodat na de ombouw de kleppen binnen een tijdsinterval van 4 seconden zich sluiten, waarmee bereikt is dat de kleppen dicht zijn wanneer de eerste reflexgolf de kleppen bereikt.

Tengevolge van personeelstekort werden betrekkelijk weinig wetenschappelijke metingen aan de reactor verricht; door uitbreiding van de KEMA groep Reactorphysica zal deze situatie in 1971 belangrijk verbeteren.

Contracten voor opwerking en fabricage van splijtstofelementen

Opwerking van de splijtstofelementen, van de eerste ontlading.

Er zijn contacten gelegd met Eurochemic over het opwerken van de eerste 52 elementen, opbrand circa 10.000 MWd/ton. Het contract is in een vergevorderd stadium van voorbereiding en kan waarschijnlijk in het voorjaar van 1971 getekend worden. Eurochemic verzorgt daarbij het transport vanaf Dodewaard tot geleverd UF_6 bij een USAEC-verrijkingsfabriek en het plutonium in oxydevorm bij Eurochemic.

Pu-elementen. De plutoniumelementen door Belgonucleaire gemaakt en welke voorzien zijn van 16 staafjes met 2,7% Pu staan klaar voor transport naar Dodewaard. De productie gaf aanleiding tot het laten vallen van de heterogeen trilverdichte staven alsook de trilverdichte roosterstaaf. De heterogeen trilverdichte staaf werd niet als acceptabel beschouwd vanwege de onzekerheid in de meting van de Pu-hoeveelheid per cm staaf lengte, alsook doordat de uitgevoerde meting te grote verschillen gaf. De trilverdichte roosterstaaf gaf te grote dichtheidsverschillen te zien van de splijtstofkolom, terwijl de tussenlassen niet aan de gestelde eisen voldeden. Het ontwerprapport is niet geheel klaar, ook de vergunningen zijn nog niet gegeven. Belangrijke moeilijkheden worden echter niet verwacht.

Vibrasolelementen Dodewaard. De specificaties en tekeningen zijn in grote lijnen klaar en verschillende detailschema's zijn verder uitgewerkt. Veranderingen kunnen nog optreden tengevolge van gegevens uit de vooruitlopende bestralingen in de HFR te Petten en in Halden. Voorbereidingen worden getroffen voor de productie van de Dodewaard elementen. De zircaloy buizen zijn al in Petten. Productiemethodes worden gestabiliseerd.

De voor maart-1971 geplande onderhoudsperiode

In maart 1971 zal de reactor voor het eerst worden herladen, waarvoor de benodigde splijtstofelementen eind 1970 aankwamen. Verder staan op het programma het reviseren van regelstaafaandrijfmechanismen en een nauwkeurige inspectie van het reactorvat.

In het bijzonder zal een van de overgangsstukken welke zijn aangebracht tussen de reactorvatstompen en de aansluitende leidingen worden onderzocht; deze stukken hebben bij andere kernenergiecentrales moeilijkheden opgeleverd welke hun oorzaak hebben in de ongewenste structuurverandering van de overgangsstukken bij de warmtebehandeling van het reactorvat. Van het stuk van de hiervoor uitgezochte stomp zal een replica worden genomen voor structuuronderzoek.

Voorbereidingen zijn ook getroffen voor het staalonderzoekprogramma; monsters van het reactorvat zullen in maart 1971 uit het vat worden gehaald en bij het RCN metallurgisch worden onderzocht.

Verdere voorbereidingen betreffen het met behulp van een gamma aftast methode meten van de opbrand van uit de reactor te halen splijtstofelementen en het demonteren van een van deze elementen voor opbrand-meting van de individuele staafjes, waarna deze ook bij het RCN metallurgisch zullen worden getest.

Aan de turbine zullen een aantal kleine reparaties worden verricht, verder zijn hier inspecties en revisies van componenten voorzien.

Nog op te lossen belangrijke problemen

Om tot een optimale bedrijfsvoering te komen zullen in de nabije toekomst de volgende belangrijke problemen nog de nodige aandacht vragen:

De vier-traps pompen van het reactorwaterzuiveringssysteem

Sedert de inbedrijfname van de centrale hebben zich bij deze viertraps pompen 14 maal moeilijkheden voorgedaan.

De oorzaak van deze moeilijkheden lag eenmaal bij een bedrijfsfout en eenmaal bij een systeemfout, in de overige gevallen lag de oorzaak steeds bij een constructiefout c.q. ontwerpfout of in een montagefout. De belangrijkste defecten die voorkwamen waren lekkages van de mechanische as-afdichting, slingeren van de as, vastlopen van de as, scheurtjes in de motorsteun en trillingen.

Met de fabrikant van de pompen is overleg gaande over de mogelijke grandoorzaken van de problemen; zoals:

- onvoldoende stijfheid van de pompas.
- onbalans van pompas met waaiers.
- een ongunstige verhouding tussen het bedrijfstoerental en het kritische toerental.
- kromtrekken van de pompas tijdens bedrijf tengevolge van het onvoldoende spanningsvrij zijn van de as.
- een onjuiste lagering van de pompas.
- trillingen veroorzaakt door drukfluctuaties opgewekt door de schoepen van de pompwaaiers.
- onvoldoende stijfheid van de motorsteun.

Een van de beide pompen zal, in ongewijzigde vorm, worden gerepareerd en in bedrijf worden genomen. Bij de opstart en het bedrijf van deze pomp zullen metingen worden uitgevoerd om de juiste oorzaak van de moeilijkheden op het spoor te komen.

Overwogen wordt om de andere pomp in overleg met de fabrikant ingrijpend te wijzigen, dan wel een proef te nemen met een ander type pomp.

De terugslagkleppen in het condensorkoelwatersysteem

Waterslag verschijnselen in het condensorkoelwatersysteem bij het plotseling uitvallen van de in bedrijf zijnde koelwaterpomp of -pompen noodzaakten tot een wijziging van de twee terugslagkleppen.

Deze wijziging, waarvoor als criterium gold de door het Waterloopkundig Laboratorium te Delft berekende sluitsnelheid van de kleppen, omvatte

- Vervanging van de tandwielkasten van het rem-, sluit- en vrijgeefmechanisme door tandwielkasten van een zwaardere uitvoering.
- Vervanging van de hydraulische remcilinders door remcilinders van een zwaardere uitvoering en voorzien van een instelmogelijkheid (instelbare smoorventielen).
- Het aanbrengen van sluitgewichten om direct bij het afval- len van de in bedrijf zijnde koelwaterpompen de kleppen te laten gaan sluiten.
- Het aanbrengen van vergrendelingsmechanismen om de kleppen tijdens bedrijf te kunnen vergrendelen in de vrijstroom- positie zonder dat daardoor een gevaarlijke bedrijfsto- stand ontstaat.
Het vergrendelen van de kleppen in de vrijstroompositie (horizontale stand) heeft tot doel de stromingsweerstand over de kleppen zo klein mogelijk te maken.

Tengevolge van het niet tijdig beschikbaar zijn van alle be- nodigde componenten kon de bovenomschreven ombouw van de terugslagkleppen in 1970 slechts gedeeltelijk worden uitge- voerd.

Bij nadere bestudering van de gewijzigde mechanismen van de terugslagkleppen is verder gebleken dat, voor het veilig opensturen van de kleppen, op elke remcilinder een hydrau- lisch circuit met onder andere een elektrisch gedreven olie- pompje moet worden aangesloten.

Het ligt in de bedoeling om de ombouw van de terugslagkleppen in de eerste twee maanden van 1971 geheel te voltooien.

Direct voorafgaande aan de geplande grote stop zullen een aantal proeven worden uitgevoerd om na te gaan of met de ombouw het gewenste resultaat is bereikt.

Een betere onderhouds mogelijkheid voor de hoofdstoomafslui- ter en de isolatie-afsluiter van het noodcondensatie systeem

De ervaring opgedaan met deze twee schuifafsluiters heeft ge- leerd dat tijdens het verdere bedrijf van de centrale perio- diek onderhoud aan deze afsluiters nodig zal zijn. Dit perio- diek onderhoud kan de volgende werkzaamheden omvatten:

- Het inspecteren en leppen van de stelliet randen van klep- pen en zittingen.
- Het inspecteren en opzuiveren van de klepsspindel.
- Het vervangen van de stopbuspakking van de spindel door- voering.
- Het inspecteren, reviseren of vervangen en het smeren van de tandwieloverbrenging en de lageringen binnen de omhullingen van de afsluiters.

Door de dubbele omkapseling van deze afsluiters en door de afgelaste ringafdichting in de flensverbinding van de bui- tenste omkapseling is elke ingreep aan de afsluiters zelf een tijdrovende aangelegenheid.

Om de revisie van deze afsluiters te vereenvoudigen en het probleem van de radioactieve besmetting (door het losslijpen en aflassen van de pakkingringen) te doen verdwijnen wordt een aantal wijzigingen aan en bij deze schuifafsluiters overwogen, namelijk

- Vervanging van de laspakking door een conventionele pakking of door een O-ring afdichting.
- Het aanbrengen van een werkbordes rond de beide afsluiters.

Bovendien kan verbetering van de stopbuspakking van de afsluiterspindels leiden tot beperking van het aantal noodzakelijke revisies.

Inspectie van het reactorvat

Tijdens de geplande stop van maart 1971 zal het reactorvat worden onderworpen aan een inspectie.

Doel van deze inspectie is om zoveel mogelijk gegevens te verzamelen betreffende de conditie van het reactorvat en bovendien om ervaring op te doen met en de mogelijkheden te leren kennen van de beschikbare inspectie- en niet-destructieve onderzoekstechnieken.

Een uitvoerig inspectie programma werd opgesteld. De belangrijkste onderdelen van dit programma zijn:

- Magnetisch onderzoek van de rondnaad van het reactorvat-deksel.
- Utrasoon onderzoek van 25% van het totaal aantal reactorvat-tapeinden.
- Utrasoon onderzoek onder water van een tweetal stompen van het reactorvat.
- Utrasoon onderzoek onder water van een tweetal rondgaande lasnaden van het reactorvat.
- Utrasoon onderzoek onder water van enkele stukken van de roestvaststalen bekleding van het reactorvat.
- Structuur onderzoek en vloeistof penetrant onderzoek van het overgangspijpstuk aan een van de reactorvatstompen.
- Vloeistof penetrant onderzoek van een stuk van de roestvaststalen bekleding en van enkele lassen.
- Visuele inspectie met behulp van een endoscoop en een onderwater televisiecamera van enkele stukken bekleding, lassen van stompen in de reactorvatwand en in de bodem, de voedingwaterverdeelring, thermokoppels, de kernmantel ondersteuning en de bodem van het reactorvat.

Een aantal voorbereidingen was noodzakelijk om dit inspectieprogramma te kunnen uitvoeren, waaronder:

- Het inspectieplatform, dat draaibaar wordt opgesteld op de flens van het reactorvat, werd voorzien van een bovensupport, waardoor een verstelling van de inspectie apparatuur in verticale en radiale richting mogelijk is.

- Afstandsgereedschap voor het onder water positioneren van en manipuleren met de ultrasoon meetkoppen werd ontworpen en wordt nu gefabriceerd.
- Een "techno-endoscoop" voor de visuele inspecties onder water werd aangeschaft.
- Voor het "droog" testen van de inspectie apparatuur en het afstandsgereedschap en tevens voor het droog oefenen van de inspectie-technieken zal een namaak vatflens worden opgesteld in het reactorgebouw.

Onderzoek van de overgangs-pijpstukken tussen reactorvat-stompen en aansluitende pijpen

Deze overgangs-pijpstukken hebben dezelfde warmtebehandeling ondergaan als het reactorvat. Door deze warmtebehandeling, welke uiteraard was afgestemd op het materiaal van het reactorvat zelf, is de structuur van het materiaal van de overgangs-pijpstukken mogelijk ongunstig beïnvloed; de kans bestaat dat dit materiaal gevoelig is geworden voor interkristallijne corrosie.

Een belangrijk onderdeel van het reactorvat inspectieprogramma zal derhalve zijn het onderzoek naar de structuur van een overgangs-pijpstuk, dat relatief gemakkelijk bereikbaar is bij verlaagd waterniveau in het reactorvat. Een replica zal worden gemaakt van een stukje binnenoppervlak van dit overgangs-pijpstuk dat vooraf zal worden glad geslepen en gepolijst. Het replica zal microscopisch worden onderzocht. Bovendien zal dit overgangs-pijpstuk met behulp van vloeistof penetrant worden onderzocht op de aanwezigheid van scheurtjes.

Het Staal Onderzoek Programma (SOP)

Bij de geplande grote stop van 1971 zullen voor de eerste maal bestraalde proefstukken van het SOP uit het reactorvat worden verwijderd. Het merendeel der experimenten van het SOP dat wil zeggen de trekproeven, kerfslagproeven, buigproeven, hardheidsmetingen en structuur onderzoeken, zal worden uitgevoerd in het onderzoekcentrum van het RCN te Petten. In Petten zullen ook de monstercapsules worden verwijderd uit de capsulehouders, de capsules worden geopend en de flux-draad-metingen worden uitgevoerd.

De spanningsgolfdempingsproeven zullen plaats vinden bij het Metaalinstituut TNO te Delft. De voorbereidingen welke voor deze laatste experimenten noodzakelijk zijn worden eveneens in Petten uitgevoerd.

Direct voorafgaand aan de beproeving van de eerste serie bestraalde monsters zullen de onbestraalde monsters (de zogenaamde nul-proefstaven) worden beproefd. De waarden welke uit deze experimenten worden verkregen zullen worden gebruikt als referentie-waarden.

De voorbereidende werkzaamheden bij het RCN en bij het Metaal-instituut TNO omvatten behalve het aanpassen, opstellen en ijken van de benodigde apparatuur ook het uitvoeren van een kleine voorbeproeving.

De SOP-monsters van vier capsulehouders zullen worden overgezet in capsulehouders van een andere constructie. Deze omwisseling, welke eveneens in Petten zal worden uitgevoerd, is noodzakelijk om in de toekomst in Dodewaard op een eenvoudige wijze capsules uit de houders te kunnen verwijderen.

Afdichting van de flensverbindingen van de regelstaafmotoren en van de incores

De flenzen van de regelstaafmotoren.

Tussen deze flenzen zijn een drietal metalen O-ringen aangebracht, van het self-energizing-type welke voorzien zijn van een teflon coating.

De O-ringen, 2 stuks met een diameter van 36,5 mm voor de afdichting van de kanalen van het regelstaafaandrijfsysteem en 1 stuks met een diameter van 136,5 mm voor de afdichting van de flens van de regelstaafmotor op de flens van de regelstaafpijp, zijn geplaatst in een roestvaststalen tussenschijf. De flens van de regelstaafmotor en de flens van de regelstaafpijp zijn geheel vlak (dat wil zeggen zonder O-ring groeven) uitgevoerd en derhalve wordt de indrukking van de O-ringen direct bepaald door de dikte van de tussenschijf. De flenzen worden met behulp van 8 cilinderkopbouten met binnen zeskant (M24 x 145) op elkaar getrokken.

Volgens voorschrift van RPM zouden de bouten moeten worden aangehaald met een moment van 20 mkg om een lekdichte verbinding van de flenzen te verkrijgen. In de praktijk is later gebleken dat voor een lekdichte verbinding een aanhaalmoment van 32 mkg noodzakelijk was. Tengevolge van de hoge relatieve vochtigheid in de reactor-kamer treedt hoofdzakelijk aan de cilinderkoppen van de bouten van de regelstaafmotoren, vervaardigd uit koolstofstaal (ASTM A193.B7) corrosie op. In verband met dit corrosie verschijnsel werden tijdens de stop van mei 1970 bij een aantal regelstaafmotoren de koolstof stalen bouten vervangen door bouten van een meer corrosie bestendig staal (X20 CrNi 17).

Later is komen vast te staan dat de corrosie bestendige bouten niet voldeden aan de eisen van het Stoomwezen voor wat betreft de verhouding tussen de maximaal optredende spanning in de bouten en de rekgrens van het boutmateriaal, bij 300°C. Ter oplossing van de bovenvermelde problemen is voorzien om tijdens de grote stop van 1971 alle bouten van alle regelstaafmotorflenzen te vervangen door bouten van corrosiebestendig materiaal (X20 CrNi17) welke door een speciale warmtebehandeling de vereiste mechanische eigenschappen hebben verkregen. De specificatie voor de juiste warmtebehandelingsmethode zal worden opgesteld door het Laboratorium voor Mechanische Technologie (KEMA) aan de hand van de resultaten van een aantal warmtebehandelings experimenten.

Verder is gepland om ook tijdens de grote stop van 1971 de flenzen van enkele regelstaafmotorpijpen te gaan vlakken met behulp van een speciaal slijpgereedschap. Dit slijpgereedschap is reeds eerder tijdens de grote stops van september 1969 en mei 1970 gebruikt en wordt nu gemodificeerd met het oog op de werkzaamheden van de grote stop in 1971. Doel van het slijpen is om een mogelijke onvlakheid of onhaaksheid van de flenzen op te heffen.

De flenzen van de incores

Deze flenzen zijn op elkaar afgedicht met behulp van een metalen O-ring, eveneens van het self-energizing-type en eveneens voorzien van een teflon coating. De O-ring, met een diameter van 47,6 mm is geplaatst in een groef van rechthoekige doorsnede welke in de onderflens is aangebracht. De indrukking van de O-ring wordt dus bepaald door de diepte van de groef. De flenzen worden met behulp van 4 cilinderkopbouten met binnen zeskant (M10 x 55) op elkaar getrokken. Ook deze bouten, gemaakt uit koolstofstaal (ASTM A193.B7) vertonen corrosie verschijnselen en zullen tijdens de stop van 1971 worden vervangen door bouten uit corrosie bestendig staal (X20 CrNi17).

De generator

De rotor van de 65 MVA generator wordt over twee sleepringen, waarop elk 12 borstels staan, gevoed. Deze borstels moeten om de circa $3\frac{1}{2}$ maand worden vervangen, waarbij de generator moet stilstaan.

Om dit productieverlies in de toekomst te vermijden, zullen de sleepringen worden uitgerust met borstelhouders, waarin de borstels tijdens bedrijf kunnen worden vervangen.

Motorgeneratorsets

De beide motorgeneratorsets zijn ieder opgebouwd uit:

- een draaistroommotor
- een draaistroomgenerator
- een gelijkspanningsmotor-generator gekoppeld aan een 220 Volt accubatterij.

Genoemde combinaties dienen om een bedrijfszekere voeding te hebben voor belangrijke reactor en turbine meet- en regelapparatuur.

Bij uitval van een motor-generatorset (storing of gepland) zal de turbine en/of reactor een afschakelcommando ontvangen. Om dit ongewenste afschakelen te voorkomen wordt de besturing van beide motor-generatorsets uitgebreid met synchroniseerapparatuur, waarmee tegen de normale netvoeding is te synchroniseren. Bij spontane uitval van de motor-generatorsets wordt afschakelen van turbine en/of reactor niet voorkomen. Na synchronisatie op het net wordt de motor-generatorset automatisch afgeschakeld.

Conclusies

Na twee en een half jaar bedrijfsvoering, waarin veel aandacht besteed moest worden aan het verhelpen van kinderziektes, het juist afregelen van de verschillende systemen, het uitvoeren van noodzakelijk geachte modificaties en het inwerken van de organisatie - speciaal ten aanzien van bedrijfsonderbrekingen-, kunnen enkele samenvattende opmerkingen worden gemaakt die, hoewel mede bepaald door de opzet en organisatie van de kernenergiecentrale te Dodewaard, van algemene strekking kunnen zijn voor andere kernenergiecentrales.

Voor het economisch bedrijven van één nucleaire eenheid kan tijdens bedrijf volstaan worden met een eigen personeelsbezetting van de stralingscontroledienst, de onderhoudsgroepen en de bedrijfswacht die aanmerkelijk kleiner is dan de mankracht die tijdens een 4 à 5 weekse jaarlijkse splijtstofherladings- en onderhoudsperiode nodig is. Gedurende deze periode moet buiten de normale inschakeling van derden voor revisiewerkzaamheden endergelijke op speciaal opgeleid en ervaren personeel een beroep kunnen worden gedaan.

Zolang er bij leveranciers en onderhoudsfirma's onvoldoende personeel met ervaring in het werken aan nucleaire installaties aanwezig is, onttrekt de instructie en begeleiding van derden een aanmerkelijk deel van het eigen personeel aan het directe uitvoerende werk.

Om voldoende reserve aan stralingsdoses voor het eigen personeel over te houden ten behoeve van de normale bedrijfsvoering, het normale onderhouds en controle werk en spoed reparaties, is de inschakeling van, bij voorkeur radiologisch gekeurde, derden voor de grote onderhoudsperiodes noodzakelijk.

De voorgaande punten maken een goede organisatie en werkvoorbereiding plus instructie van de uitvoerenden van werkzaamheden tijdens bedrijf en stilstandsperiodes noodzakelijk. Dit kost veel manuren doch kan het aantal bedrijfsuren vergroten en een besparing op opgelopen stralingsdoses betekenen.

Door de aard en de omvang van het werk van de werktuigkundige onderhoudsgroep moet deze groep voor bepaalde onderhoudswerkzaamheden, zoals aan de turbine en de regelstaafaandrijvingen worden aangevuld met groepsleiders waaraan de verantwoordelijkheid van voortgang en dagelijks toezicht kan worden gedelegeerd. Gelukkig kan door de GKN hiervoor een beroep op de KEMA worden gedaan.

Tijdens onderhoudsperiodes en bij uitvoering van belangrijke reparaties tijdens bedrijf of korte stops moet de stralingscontroledienst voldoende mensen kunnen inzetten in de hoofdtoegangscontrole en op de plaatsen waar gewerkt wordt; soms is continu toezicht noodzakelijk. Dodewaard, waar tijdens de onderhoudsperiodes aan de vaste bezetting van 2 man maximaal 12 man stralingscontrolepersoneel werd toegevoegd, verkeert in de gunstige omstandigheid dat tengevolge van met de KEMA gemaakte afspraken aldaar een groep stralingscontroleurs is opgeleid en enige stralingstechnici aanwezig zijn die op korte termijn kunnen worden vrijgemaakt voor werk in Dodewaard.

Het beperken van de stralingsdoses, bij werkzaamheden die in sterke stralingsvelden moeten worden uitgevoerd waarbij de toelaatbare kwartaals- en jaarlimieten worden bereikt, begint meer aandacht te vragen. Het gebruiken van afstandsgereedschappen en het inschakelen van derden kan hier uitkomst bieden. Inschakeling van derden vraagt instructie en oefening en soms, om deze oefening mogelijk te maken, kostbare 1 : 1 modellen van de werksituaties, die ook gebruikt kunnen worden voor het testen en verbeteren van de afstandsgereedschappen. Hoewel de instructie- en oefenopstellingen hoge uitgaven noodzakelijk maken kunnen deze er toe bijdragen dat de werkzaamheden efficiënter geschieden, waardoor niet alleen minder stralingsdosis wordt opgelopen doch ook de installatie minder uren buiten bedrijf kan zijn.

De toegankelijkheid van systemen en de mogelijke afscherming van potentieële stralingsbronnen is belangrijk in verband met het zo gewenste laag houden van opgelopen stralingsdoses bij bediening en onderhoud. Met het oog hierop worden uit het slecht toegankelijke harsregeneratiestation de conventionele systeemonderdelen naar elders overgebracht waardoor ruimte vrijkomt om een afschermingsmuur voor de "stralende" apparatuur te plaatsen terwijl inspectie en bediening van deze apparatuur mogelijk blijft. Om dezelfde reden wordt de installatie voor de verwerking van vloeibaar radioactief afval op enkele punten gewijzigd.

Het werken in de reactorkamer om regelstaafaandrijvingen uit te nemen en aan te brengen en het ontwikkelen van gereedschappen hiervoor wordt ernstig bemoeilijkt door de beperkte afmetingen en de vele aanwezige obstakels die zich niet meer laten wijzigen.

Verwacht mag worden dat na 1971, een jaar waarin nog een aantal grotere en kleinere modificaties uitgevoerd zullen worden, deze "aanloop" verbeteringen zullen afnemen. In uitvoering of studie zijn nog modificaties aan het harsregeneratiestation, de installaties voor de verwerking van radioactief afval, het decontamineerstation, de terugslagkleppen van het condensorkoelwatersysteem, de γ -scan opstelling in het splijtstofopslagbassin, de omkapselingen van de isolatie hoofdstoom- en noodcondensorafsluiters en een verdere ontwikkeling van het afstandsgereedschap voor het uitnemen en plaatsen van regelstaafaandrijfmechanismen en voor de inspectie en behandeling van splijtstofelementen.

Er zijn tekenen dat het noodzakelijke werktuigkundige onderhoud in omvang toe gaat nemen en uit het voortdurende beroep dat de werktuigkundige onderhoudsdienst en de corveedienst in verband hiermee op derden moet doen is de noodzaak om deze diensten een kleine uitbreiding te geven, te voorzien.

Met de kleine personeelsbezetting van de centrale Dodewaard blijft het moeilijk om, naast het directe werk nodig voor bedrijfsvoering en onderhoud van de centrale, voldoende tijd aan de voor de verdere ontwikkeling en bedrijfsvoering van kernenergiecentrales belangrijke evaluatie van gegevens van normale en abnormale bedrijfssituaties te besteden, de werking van systemen te optimaliseren en de voor overdracht van de verkregen informatie noodzakelijke rapportage te verzorgen. Om de GKN zoveel mogelijk aan haar doelstellingen te laten beantwoorden zal er ruimte gemaakt moeten worden om ook aan dit belangrijke aspect meer aandacht te geven dan tot nog toe mogelijk was.

2. SYSTEMEN EN COMPONENTEN

Turbineinstallatie

Het jaar 1970 wordt voor de turbineinstallatie gekenmerkt door:

- mei 1970 stop, waarin verdere verbeteringen, speciaal ten aanzien van de ontwateringen werden aangebracht.
- garantiemetingen, welke een overschrijding van gemiddeld 2,69% van de garantie te zien gaven.
- overdracht van de installatie op 1 oktober 1970 onder voorbehoud ten aanzien van warmteverbruiksgarantie en enkele kleinere technische details.
- kleinere moeilijkheden onder andere kleppen en tornmotor.

Mei 1970 stop wijzigingen:

Ontwatering

Het onvoldoende goed werken van de hogedruk waterafscheider en lagedruk waterafscheider had reeds in september 1969 tot een modificatie van de lagedruk waterafscheider geleid. Een wijziging aan de hogedruk waterafscheider was toen in verband met de benodigde voorbereidingstijd niet mogelijk. Deze verandering is nu in mei aangebracht en bestond uit het in de toevoerleiding van de hogedruk waterafscheider plaatsen van een nieuw leidinggedeelte, uitgevoerd als een drie-delige schil en bedoeld als voorvanger.

Uit gegevens van de fabrikant van de hogedruk waterafscheider bleek namelijk dat het aangeboden percentage vocht voor een goede afscheiding te groot was. Door in de voorvanger reeds een gedeelte van het in de stoom aanwezige vocht ($\pm 12\%$) af te voeren zou de werking van de hogedruk waterafscheider verbeterd worden, evenals het gezamenlijk rendement van voorvanger en hogedruk waterafscheider.

Na inbouw bleek dat het rendement wel verbeterd was, maar minder dan volgens modelproeven het geval moest zijn.

Uit de garantiemetingen blijkt dat bij vollast het vochtpercentage van $\pm 12\%$ aan de uittrede hogedruk turbine, nu teruggebracht werd naar $\pm 4\%$ voor intrede in middendruk turbine.

Ook werden in deze stop nogmaals een aantal condensaatafvoerregelkleppen (totaal 8 stuks) vergroot, omdat uit metingen was gebleken dat de vergrotingen die reeds in februari en september 1969 waren aangebracht onvoldoende waren of onvoldoende zouden zijn bij een eventuele ombouw naar 65 MW(e).

De onjuiste dimensionering van de condensaatafvoerregelkleppen is terug te voeren op de onbekendheid met de mate van flashing welke in deze kleppen optreedt. Opgegeven en berekende C_v waarden wijken hierdoor sterk af van de werkelijke C_v waarde.

Ombouw condensorreinigingssysteem

In de loop van 1969 bleek dat het in de installatie toegepaste sponsrubber balletjes systeem voor een continue reiniging van de condensorpijpen, koelwaterzijdig onvoldoende werkte waardoor regelmatig met de hand de pijpen gereinigd moesten worden.

Besloten werd daarom in de mei-stop een origineel Taprogge-reinigingssysteem in te bouwen met tijdens bedrijf te spoelen zeven.

De toepassing van dit systeem heeft het gewenste resultaat gehad zodat het met de hand reinigen van de pijpen in de rest van het jaar geheel achterwege kon blijven.

Klepbusmateriaal

De in de september-1969 stop slechts opgezuiverde turbine-klep geleide-pakkingbussen werden vervangen door nieuwe bussen van iets gewijzigde constructie, maar van hetzelfde materiaal.

Bij demontage bleek dat de corrosie verschijnselen welke reeds in september 1969 gevonden waren zich voortgezet hadden. Er is daarom een onderzoek gaande naar de keuze van een ander materiaal wat beter geschikt is om in de gegeven omstandigheden (verzadigde stoom met 1 - 4% vocht en $\pm 30 - 50$ ppm O_2) corrosie tegen te gaan.

De ontstane corrosie manifesteert zich in de vorm van koper-oxyde kristallen, die vastlopen van de klepstang in de bus tot gevolg hadden.

Garantiemetingen

Na de wijzigingen in mei hebben in juni/juli van dit jaar de garantiebeproevingen ten aanzien van het warmteverbruik plaatsgevonden.

Het resultaat van deze metingen wees op een overschrijding van het warmteverbruik met gemiddeld 2,69%.

De vergelijking met de in 1969 genomen proeven toont het volgende beeld:

vermogen	MW(e)	16	25	40	50	54
overschrijding	1970 %	2,37	2,28	2,94	3,07	2,54
overschrijding	1969 %		7,64	7,21	8,04	

waaruit de invloed van de diverse aangebrachte wijzigingen blijkt.

Overdracht van de installatie

Op 1 oktober 1970 is de installatie overgenomen van de leverancier, de firma Stork, onder voorbehoud dat het warmteverbruik nog verbeterd zal kunnen worden en dat kleine modificaties nog aangebracht zullen worden. Gelijktijdig is een garantieperiode van één jaar ingegaan.

Diverse punten

Tornmotor

Gedurende het gehele jaar zijn er moeilijkheden geweest met de tornmotor. Diverse oplossingen zijn uitgeprobeerd maar deze voldeden niet. Uit diverse onderzoeken is nu gebleken dat onder andere de lagers te weinig speling hadden en dat de vrijloopkoppeling met een te groot aanloopkoppel werd aangezet. Modificaties ter verbetering worden in maart 1971 aangebracht. Mochten deze veranderingen géén acceptabel resultaat opleveren dan zal een handinschakelbare torninrichting worden ingebouwd.

Turbine regeling

Het turbine regelsysteem tijdens normaal bedrijf werkt voldoende, maar een lastafschakeling heeft nog steeds een uitklinken tot gevolg. De oorzaak hiervan is nog niet gevonden. Voor de maart-1971 stop zullen uitgebreide proeven worden genomen om meer inzicht in het gedrag van het regelsysteem te krijgen.

Verder zijn er moeilijkheden in het turbine stuuroliensysteem welke mogelijkwijs aan een te groot lek in de versnellingsregulateur te wijten zijn. Deze is daarom buiten bedrijf gesteld. In de maart-1971 stop zal deze versnellingsregulateur op de testbank worden beproefd.

Turbine deelflens lekkage

In het afgelopen jaar is de lek van de hogedruk/middendruk deelflens constant gebleven, op minder dan 100 kg/h, waaruit volgt dat de erosie van de flens niet is toegenomen.

Turbine draaigedrag

De trillingen van de turbine zijn het afgelopen jaar normaal gebleven en hebben behalve het defect raken van enkele opnemers, geen reden tot opmerkingen gegeven.

Regelstaafaandrijvingen

In de eerste maanden van 1970 deden zich de volgende moeilijkheden voor:

- Bij het opstarten van de reactor in januari bleek dat de regelstaaf van positie E3 niet uit de kern te bewegen was.
- Tijdens de drie-maandelijke bewegingstest op 11 maart bleek dat D7 niet volledig in de kern was te bewegen; de regelstaaf bleef steken tussen de posities 16/15, de aandrijving D3 werkte goed. Echter tijdens het opstarten op 12 maart trad een scram op tengevolge van een vals alarm vanuit het koelwatercircuit van de hoofdtransformator, waarbij bleek dat ook D3 niet geheel in de kern was te bewegen; de regelstaaf bleef steken tussen de posities 13/14.

Naar aanleiding hiervan werd niet opnieuw opgestart maar werd besloten het reactorvat te openen.

Na het openen van het reactorvat is met behulp van een televisiecamera een algemene inspectie uitgevoerd. Vastgesteld werd dat het blokkeren van de regelstaven in de opwaartse beweging in de cellen D3 en D7 veroorzaakt werd door de ophangbeugels van de absorptieplaten; de beugels waren van de ophanging gelicht. Ook in andere cellen bleken de handels van hun ophanging te zijn gelicht als gevolg van de bestraling van de geboreerde roestvrijstalen absorptieplaten. Dit maakte het noodzakelijk alle absorptieplaten te verwijderen.

Het niet uit de kern kunnen bewegen van de regelstaaf van cel E3 bleek eveneens veroorzaakt te zijn door de absorptieplaten. De absorptieplaten bestonden namelijk uit een geboreerde roestvrijstalen plaat, welke verstevigd is met een roestvrijstalen rug van normaal AISI 304. De rug is met klinknagels op de geboreerde plaat bevestigd. Tengevolge van het verschil in zwellen van de plaat en rug zijn een groot aantal klinknagels afgeschoven.

Eén van deze klinknagelkoppen was in de aandrijving van cel E3 gevallen, waardoor de aandrijving werd geblokkeerd.

Om te voorkomen dat storingen optreden bij de snelstopbeweging of langzame continue op- of neerbeweging kan het wenselijk worden dat na 100 snelstops of 1000 langzame op- of neerbewegingen preventief onderhoud wordt gepleegd aan de regelstaafaandrijfmechanismen. Daar nagenoeg met alle aandrijvingen meer dan 100 snelstops waren uitgevoerd en temeer daar er een aanzienlijke vervuiling in de aandrijvingen verwacht mocht worden, als gevolg van het inslaan van het buitenfilter, zijn in de mei-1970 stop een zo groot mogelijk aantal regelstaafaandrijfmechanismen uitelkaar genomen en gereviseerd.

Bij een aantal uitgenomen aandrijvingen waren in het verleden lekkages van de flensverbinding vastgesteld. (zie ook jaarrapport van 1969). Van één positie is de motorhuisflens met een speciaal ontwikkelde slijpmachine geslepen. De afdichtingsvlakken van de andere flenzen zijn geïnspecteerd, waarbij geen aanwijsbare oorzaak kon worden vastgesteld ter verklaring van een lekkende flensverbinding.

Tengevolge van de lekkende flensverbindingen en condensvorming op de bevestigingsbouten waren de bevestigingsbouten gaan corroderen. Bij de uitgenomen aandrijvingen werden deze bouten vervangen door bouten van een beter corrosie bestendig materiaal.

In totaal zijn 12 aandrijvingen uitelkaar genomen, waaronder de aandrijving welke niet verder omlaag was te bewegen dan een positie tussen 00 en 01. In de maart-stop was deze aandrijving uit het reactorvat genomen en vervangen door een

reserve. Bij de revisie werden de volgende delen vervangen: alle koolringen, buitenfilters en borgmoeren van de stopzuiger.

De volgende bijzonderheden werden opgemerkt:

- De regelstaven waren moeilijk te ontkoppelen, hetgeen werd veroorzaakt doordat aan het einde van de neerwaartse beweging een stootrand van corrosie aanslag in de indexbuis was ontstaan.
- De regelstaven waren moeilijk te koppelen, wat moet worden toegeschreven aan de corrosie-aanslag binnen in de koppeling van de aandrijving.
- Het zilver van de borgmoeren van de stopzuiger had losgelaten.
- Alle buitenfilters waren ingeslagen en zijn vervangen door andere, welke volgens een ander ontwerp zijn gemaakt.
- Bij drie aandrijvingen bleek de kromheid van de zuigerbuis te groot te zijn. Dit moet waarschijnlijk toegeschreven worden aan het vrijkomen van inwendige spanningen.
- Doordat de borgmoer van de stopzuiger bij één aandrijving niet was los te draaien, als gevolg van vuilverzameling op de stopzuiger, moest een speciale demontage procedure worden toegepast.
- Bij een paar aandrijvingen zijn stralingsniveau's van 20 R/h op 10 mm van het oppervlak van het buitenfilter en de koppeling vastgesteld.
- Alle aandrijvingen vertoonden een aanzienlijke vervuiling.

Zoals uit de tabel blijkt zijn de scrantijden gedurende de eerste helft van 1970 nagenoeg gelijk gebleven. De tijden zijn echter ten opzichte van de meting van 12-12-1968 langer geworden wat toegeschreven moet worden aan een geringe vervuiling van het binnenfilter van de aandrijvingen. De testen zijn uitgevoerd bij een reactordruk van 70 kg.cm^{-2} .

Tijden in seconden voor:

regel- staaf in positie	positie 23 uit tot 20 uit (eerste 10" van de slag)			positie 23 uit tot 04 uit (eerste 58" van de slag)			positie 03 aan tot 00 uit (einde van de slag, "buffer")		
	meting van 12-12-1968	meting van 28-1-1970	meting van 10-5-1970	meting van 12-12-1968	meting van 28-1-1970	meting van 10-5-1970	meting van 12-12-1968	meting van 28-1-1970	meting van 10-5-1970
A3	0,13	0,15	0,15	0,73	0,93	0,92	0,65	0,66	0,68
A4	0,15	0,18	0,15	0,79	1,05	1,01	0,55	0,67	0,66
A5	0,14	0,16	0,17	0,77	1,00	0,96	0,64	0,64	0,66
B2	0,15	0,15	0,16	0,77	0,78	0,84	1,07	0,65	0,67
B3	0,14	0,15	---	0,73	0,91	---	1,13	1,34	---
B4	0,13	---	0,16	0,74	---	0,98	0,70	---	0,83
B5	0,14	0,14	---	0,73	0,79	---	0,69	0,58	---
B6	0,14	0,15	0,16	0,77	0,89	0,98	0,64	0,58	0,65
C1	0,14	0,15	0,16	0,75	0,91	0,96	0,74	0,59	0,61
C2	0,14	0,15	---	0,74	0,94	---	0,73	0,83	---
C3	0,13	---	0,19	0,71	---	1,06	0,78	---	0,99
C4	0,15	0,16	---	0,74	0,86	---	0,68	0,88	---
C5	0,16	---	0,18	0,83	---	1,04	0,64	---	0,65
C6	0,14	0,14	---	0,77	0,93	---	0,74	0,72	---
C7	0,14	0,15	0,16	0,74	0,91	0,90	0,68	0,66	0,69
D1	0,14	0,14	0,15	0,73	0,83	0,82	0,60	0,72	0,64
D2	---	---	0,15	---	---	0,96	---	---	0,96
D3	0,14	0,18	---	0,72	1,00	---	0,51	0,62	---
D4	0,15	0,16	0,17	0,82	0,92	1,00	0,61	0,61	0,52

Tijden in seconden voor:

regel- staaf in positie	positie 23 uit tot 20 uit (eerste 10" van de slag)			positie 23 uit tot 04 uit (eerste 58" van de slag)			positie 03 aan tot 00 uit (einde van de slag, "buffer")		
	meting van 12-12-1968	meting van 28-1-1970	meting van 10-5-1970	meting van 12-12-1968	meting van 28-1-1970	meting van 10-5-1970	meting van 12-12-1968	meting van 28-1-1970	meting van 10-5-1970
D5	0,14	0,15	---	0,75	0,91	---	0,61	0,76	---
D6	0,15	---	0,18	0,81	---	1,06	0,78	---	0,82
D7	0,13	0,14	0,16	0,70	0,79	0,85	0,82	0,81	0,79
E1	0,14	0,15	0,16	0,77	0,95	0,97	0,86	0,80	0,84
E2	0,14	0,15	---	0,75	0,96	0,79	0,63	0,78	0,76
E3	0,14	---	0,15	0,75	---	---	0,65	---	---
E4	---	0,16	---	---	0,90	---	---	0,54	---
E5	0,14	---	0,17	0,75	---	1,02	0,89	---	0,85
E6	0,14	0,15	---	0,72	0,85	---	0,71	0,66	---
E7	0,14	0,16	0,17	0,80	0,99	1,01	0,81	0,76	0,78
F2	0,13	0,15	0,15	0,70	0,87	0,90	0,96	1,20	> 0,30
F3	0,14	0,14	---	0,76	0,85	---	1,01	0,69	---
F4	0,13	---	0,15	0,70	---	0,91	0,74	---	0,88
F5	0,14	---	---	0,77	---	---	0,63	---	---
F6	0,13	0,16	0,17	0,72	0,92	0,97	0,68	0,62	0,68
G3	0,13	0,14	0,15	0,71	0,86	0,90	0,75	0,79	0,82
G4	0,15	0,15	0,17	0,83	0,93	0,98	0,80	0,88	0,95
G5	0,14	0,14	0,15	0,76	0,93	0,90	0,81	0,88	0,91

Reactorwaterzuiveringssysteem

In zijn geheel heeft het systeem, uitgezonderd de 4-traps pompen, bevredigend gewerkt, waarbij wel is gebleken dat reparaties aan dit systeem een tijdrovende zaak zijn. Door de hoge stralingsniveau's en besmettingen zijn voor elke reparatie uitgebreide voorzorgsmaatregelen noodzakelijk. Verder is gebleken dat, wanneer de cyclonen in bedrijf zijn en continu circa 1,5 ton reactorwater per uur via de onderloop van de cyclonen, via het precoatfilter naar de lichtverontreinigd afvalwatertank wordt gevoerd, de activiteit van het water in deze tank sterk toeneemt, waardoor het stralingsniveau in de waterbehandelingsruimte wordt verhoogd. Het continu afvoeren van 1,5 ton reactorwater per uur uit de primaire kringloop, brengt met zich mee een continue suppletie van water naar de condensors en tengevolge van het nog niet geheel bevredigend werken van de ontgastank, verhoogt deze suppletie het O₂ gehalte van het condensaat.

De 18-traps pompen RZS-P2/P3.

De pompen zelf hebben geen moeilijkheden opgeleverd en zijn tijdens reactorbedrijf afwisselend continu in bedrijf geweest. Het aantal draaiuren van RZS-P2 heeft dit jaar 3578 uur en van RZS-P3 3171 uur bedragen.

RZS-P3 is dit jaar vier maal getript en wel:

éénmaal op een spanningsval in de 380V voeding,
éénmaal op een sluiting in het 24V stuurstroomcircuit en
tweemaal op een isolatiesignaal van de reactor.

RZS-P2 is éénmaal getript en wel op het ten onrechte aanspreken van de glandlekdetectie beveiliging. De afvoeren van de lekdetecties (vlotters) van de vier pompen komen namelijk gezamenlijk uit in het gesloten aftapwatersysteem, wat afvoert naar de actief afvalwaterverzamel tank AVT-T1. Bij het doorslaan van de mechanische asafdichting van de 4-traps pomp RZS-P4, stroomde water tengevolge van drukopbouw in het aftapwatersysteem, via de gezamenlijke afvoerleiding, naar de lekdetecties van de andere pompen. Dit had het afvallen van de bijstaande pomp RZS-P2 tot gevolg.

RZS-P2 moest tweemaal uit bedrijf worden genomen vanwege het defect raken van het onderlager van de elektromotor. Bij de tweede maal werd, na vernieuwing van het lager, tevens een ander soort kogellagervet gebruikt.

Ook de elektromotorlagers van de andere pompen werden van ander vet voorzien.

Door de vele beveiligingen in het systeem en op de pompen, is het zeer moeilijk om na afvallen van het systeem te lokaliseren welke beveiliging het eerst heeft aangesproken en de afschakeling heeft veroorzaakt.

Diverse beveiligingen spreken namelijk ook aan als het gehele systeem afvalt.

Om deze reden werden signaleringen aangebracht op de lekdetectie beveiligingen en de thermische beveiligingen van de pompen.

De 4-traps pompen RZS-P4/P5.

Pomp RZS-P5 heeft dit jaar geen draaiuren gemaakt.
Bij proefdraaien op 4 februari 1970 bromde en trilde de pomp zodanig dat hij uit bedrijf werd genomen.
Bij inspectie bleek het brugstuk tussen pomphuis en elektromotor te zijn gescheurd.
Na reparatie werd op 10 juni 1970 proefgedraaid.
De trilling bleek nog aanwezig en de pomp werd afgezet.
Ter bepaling of mogelijk de trilling veroorzaakt werd door de elektromotor, werd de elektromotor van RZS-P4 op RZS-P5 geplaatst.
Op 13 juni 1970 werd nogmaals proefgedraaid, de trilling was echter nog aanwezig.
De pomp werd geïsoleerd, gedemonteerd en gedecontamineerd om te worden nagezien.
Pomp RZS-P4 heeft totaal 1074 uren gedraaid in 1970.
Op 2 februari 1970 viel de pomp uit tengevolge van een spanningsval in de 380V voeding.
Op 22 februari 1970 viel de pomp af op de gland lekdetectie beveiliging van de pomp.
Bij inspectie bleek een nippel in de leiding van de gland naar de glandkoeler te zijn gescheurd.
De mechanische asafdichting werd nagezien en op 7 maart 1970 werd de pomp in bedrijf gesteld.
Op 12 maart 1970 had een trip van de pomp plaats op een isolatiesignaal van de reactor.
Op 25 maart 1970 tijdens het verwijderen van de absorptieplaten uit de kern tripte de pomp op de thermische beveiliging van de elektromotor.
Bij controle bleek het filter, dat geplaatst is in de zuigleiding van het pomphuis, te zijn verstopt door loskomend vuil uit de reactor.
De pomp kreeg hierdoor onvoldoende watertoevoer en is vastgelopen.
Opgemerkt dient te worden dat de pomp wel voorzien is van een te lage zuigdrukbeveiliging. Deze beveiliging is echter aangesloten in de zuigleiding van de pomp vóór het filter.
Ook deze pomp werd geïsoleerd, gedemonteerd en gedecontamineerd om te worden nagezien.
Momenteel zijn beide pompen nog in onderhoud, zodat gesteld kan worden dat dit jaar, na 25 maart 1970, geen 4-traps pompen en cyclonen in bedrijf zijn geweest, doch dat het zuiveren van het reactorwater uitsluitend plaats heeft gehad via de mengbedfilters.

Warmtewisselaars

De niet regeneratieve warmtewisselaar RZS-W1. Op 27 februari 1970 werd het systeem uit bedrijf genoemd vanwege ernstige lekkage aan het deksel van RZS-W1.

In de mei-1970 stop werd de mantel en de pijpenbundel van de warmtewisselaar W1 verwijderd en de opening afgedicht door een verdiept deksel aan te brengen.

Zoals reeds in het jaaroverzicht 1969 gemeld, was de werking van deze warmtewisselaar onbevredigend.

Het ligt in de bedoeling in de loop van 1971 een nieuwe pijpenbundel in deze warmtewisselaar te plaatsen.

De regeneratieve warmtewisselaar RZS-W2. Van deze warmtewisselaar werd de roestvrijstalen bekleding aan de binnenzijde van het deksel van de warmtewisselaar gerepareerd. Deze warmtewisselaar, welke uit drie in serie geplaatste warmtewisselaars bestaat, heeft evenals vorig jaar verder geen moeilijkheden opgeleverd.

De niet regeneratieve warmtewisselaar RZS-W3. Aan deze warmtewisselaar werden geen reparaties verricht.

De warmtewisselaar voldoet echter niet aan de eisen die er, tijdens bijzondere bedrijfsomstandigheden aan gesteld moeten worden.

In de loop van 1971 zal de warmtewisselaar vervangen worden door een nieuwe, welke uit twee in serie geplaatste warmtewisselaars bestaat.

De niet regeneratieve warmtewisselaar RZS-W4. Van deze warmtewisselaar, die geplaatst is in de onderloop van de cyclonen, valt niet veel te vermelden. Lekkage aan het deksel trad dit jaar niet op. Enerzijds omdat het deksel nu verpakt is met een meta-flex pakking en anderzijds omdat deze warmtewisselaar na 25 maart 1970 niet meer in bedrijf is geweest.

De regelaars in het systeem.

De regelaars hebben bevredigend gewerkt.

Vanwege slijtage verschijnselen zijn zitting en klep van de drukregelkleppen P-05026-05029 vernieuwd.

De mengbedfilters.

Op 24 februari werd het met nieuwe harsen gevulde mengbedfilter RZS-F2 in bedrijf genomen.

Gedurende de maart-stop, tijdens de werkzaamheden in het reactorvat, werd mengbedfilter RZS-F1 in gebruik genomen om de nieuwe harsen in RZS-F2 te sparen.

In de loop van het jaar zijn ook de harsen in het mengbedfilter RZS-F1 vernieuwd.

Het mengbedfilter staat als reserve gereed voor gebruik.

De afvalwater indampinstallatie

De goede bedrijfsvoering van de indampinstallatie blijkt in grote mate afhankelijk te zijn van de kwaliteit van het water en wel van het percentage vaste stoffen hierin.

De installatie is bestemd voor het zuiveren van radioactief afvalwater door middel van verdamping.

De capaciteit van de installatie bedraagt 625 kg.h^{-1} afvalwater met een vaste stoffen gehalte van maximaal $0,5 \text{ kg.m}^{-3}$ en een maximale radioactiviteit van $0,3 \text{ Ci.m}^{-3}.\text{h}^{-1}$.

De installatie bestaat uit twee verdampingstrappen.

De eerste verdampingstrap wordt gevoed met afvalwater door een voedingpomp en bestaat uit:

- circulatiesysteem, waarin opgenomen een circulatiepomp en een voorwarmer
- verdamper en dampafscheider
- stoomcompressor
- condensor
- condensaattank met condensaatpomp.

De tweede verdampingstrap wordt gevoed door een voedingpomp en bestaat uit:

- circulatiesysteem waarin opgenomen een circulatiepomp, een verdamper en een dampafscheider
- condensor
- condensaattank en condensaatpomp.

De benodigde verwarmingsstoom wordt geproduceerd in een elektroden stoomgenerator.

Gedurende bedrijf van de installatie wordt 40 kg.h^{-1} water onttrokken uit het circulatiesysteem van de eerste trap, naar een voedingtank, van waaruit de tweede trap wordt gevoed. De dichtheid van de vloeistof in de eerste trap mag een waarde van 970 kg.m^{-3} bij 105°C bereiken en die van de tweede trap 1060 kg.m^{-3} bij 110°C . Indien deze waarden bereikt zijn, wordt de vloeistof met het concentraat van de eerste trap geheel afgevoerd naar de voedingtank voor de tweede trap. De vloeistof met het concentraat van de tweede trap wordt afgevoerd naar een opslagtank waarin het concentraat kan bezinken.

Tijdens het bedrijven van de installatie ontstonden regelmatig moeilijkheden in de automatische regeling, welke werden veroorzaakt door verstoppingen in de voedingsleidingen naar de indamper.

Deze verstoppingen traden regelmatig op, daar waar vernauwingen aanwezig zijn door ingebouwde meetapparatuur, afsluiters en korte bochten.

Door verbetering van de leidingloop en het tijdelijk verwijderen van minder belangrijke apparatuur werden de verstoppingen tot een minimum beperkt.

Door een te groot aanbod van vaste stoffen in het te verwerken afvalwater moet de indamper bovendien gedurende bedrijf meestal meerdere malen gespoeld worden, wat tengevolge heeft dat de uiteindelijke productie van de indamper sterk terugloopt.

Overwogen wordt een filtersysteem te plaatsen in de voedingleiding naar de eerste trap, om het gehalte vaste stoffen tot een minimum te beperken.

Installatie voor verwerking van vloeibaar radioactiefafval (RAV)

Van deze installatie werden gedurende de maanden september, oktober en november de verschillende systeemcomponenten beproefd.

Na het verhelpen van een aantal storingen is de installatie als geheel beproefd door ± 1000 liter niet actieve precoat poeder in afvalopslagtank AOT-4 te brengen en dit via de verwerkingsinstallatie in vaten als droge afval met cement gemengd af te voeren. Deze procedure is daarna herhaald met ± 1000 liter afgewerkte niet actieve harsen.

De beproeving betrof de volgende installatie onderdelen:

- De RAV recirculatie kringloop waarin het mengsel van vaste stoffen en water met een maximale concentratie van 1 deel vaste stof op 3 delen water wordt rondgepompt van de opslagtank via pomp naar opslagtank.
- Een "Funda"-filtreerinstallatie, waarin de vaste stoffen uitgefiltreerd worden, na dosering uit de RAV-recirculatie kringloop.
- Een doseerinrichting voor uitgefiltreerde en gedroogde afval uit het fundafilter naar de vaten.
- Een aanmaak-installatie voor vloeibare cement en de dosering hiervan naar de vaten.
- Een roerder voor de vermenging van de afvalstoffen en de vloeibare cement in de gebruikte 200 liter vaten.
- Een transportband uit 3 delen. Die de vaten voert langs de doseerinrichting voor cement en afvalstoffen en langs de roerinrichting. Vervolgens wordt het vat via de transportband afgevoerd naar de opslagruimte.

Tijdens de beproeving van de installatie kwamen als voornaamste punten naar voren:

- Tijdens het circuleren op een afvalopslagtank (AOT), kan op die tanks die niet zijn voorzien van een roerinrichting (T-3, 4, 5 en 6) niet gemengd worden, daar de circulatiepomp afslaat als menglucht in de tank wordt toegelaten. De vermenging wordt dan alleen in stand gehouden door de circulatie op de tank.
- Bij het circuleren van de gebruikte harsen was het niet mogelijk exact de doseerhoeveelheid naar de "Funda"-installatie te bepalen.
De mengverhouding in de circulatieleiding bleek hoger dan aan de hand van de in de afvalopslagtank aanwezige volumina harsen en water was te verwachten. Kennelijk hebben de harsen de neiging tijdens het circuleren naar de bodem van de tank waar het mengsel wordt aangezogen, uit te zakken.

- Bij het uitfiltreren van de laatste 200 liter gebruikte harsen liep het drukverschil over het filter snel op tot + 4,5 kg/cm² (max.) zonder dat de filtreercapaciteit van het filter bereikt werd. Dit dichtslaan van het filter werd vermoedelijk veroorzaakt door de aanwezigheid van slib of gruis in de harsen.
- Tijdens het circuleren met het mengsel van precoat en water raakte de doseerleiding uit het recirculatiesysteem naar de filtreerinstallatie herhaaldelijk verstopt door foutieve ligging van deze leiding.
Na modificatie van de doseerleiding trad geen verstopping meer op.
- De flexibele verbinding tussen het fundafilter en de afvaldoseerinrichting bleek niet deugdelijk.
Aan modificatie hiervan wordt gewerkt.
- De roterende doseertrommel voor dosering van radioactief afval naar de vaten was door de aandrijfcilinder moeilijk rond te draaien.
Een dubbele aandrijfcilinder wordt geplaatst terwijl de ashalzen van de trommel ten behoeve van het grotere draaimoment worden verzwaard.
- De ruimte onder de afval- en cementdoseerinrichting wordt zodanig gemodificeerd dat deze ruimte zonodig schoongespoten kan worden met water.
- Ten behoeve van besturing en beveiliging van de installatie zullen diverse modificaties van de elektrische installatie plaatsvinden.

Na uitvoering van verschillende voorgestelde modificaties, zal in de loop van 1971 tot verwerking van de radioactieve afval uit de opslagtanks worden overgegaan.

Ventilatiesysteem

Het ventilatiesysteem van de centrale voorziet in een tweetal primaire functies namelijk het toevoeren van frisse gezuiverde lucht naar de diverse gebouwen met het ventileren van deze gebouwen en het afvoeren van de ventilatielucht via afvoerfilters naar het centrale afvoerkanaal, dat op de schoorsteenschacht is aangesloten, waardoor men in staat is de luchtstofactiviteit in de ruimten op een laag niveau te houden.

Verder voorziet het ventilatiesysteem in een secundair insluitsysteem van het reactorgebouw. Het ventilatiesysteem wordt namelijk via automatische regelingen zodanig ingesteld, dat te allen tijde een bepaalde onderdruk in het reactorgebouw, ten opzichte van de buitenlucht, aanwezig is. Hierdoor wordt het wegtrekken van radioactief besmette lucht door lekkage van het reactorgebouw naar de omgeving voorkomen. Mocht de elektriciteitsvoorziening van het normale systeem uitvallen, dan worden direct alle ventilatie doorvoeringen van het reactorgebouw door middel van isolatiekleppen gesloten en komt een noodventilatiesysteem in werking.

De voeding van dit noodstelsel is onder alle omstandigheden verzekerd en de capaciteit is ruim voldoende om de gewenste onderdruk in het reactorgebouw te handhaven.

In hoofdlijnen werkt het normale ventilatiesysteem als volgt. Alle gebouwen hebben een of meerdere toevoerventilatoren welke gefilterde lucht aan de gebouwen toevoeren.

Iedere ruimte met een gewenste onderdruk, heeft een toevoerklep die geregeld wordt door deze gewenste onderdruk.

De lucht stroomt dan door deze ruimte naar een afvoerkanaal.

Al deze afvoerkanalen zijn op een filterkast aangesloten.

Ieder gebouw heeft een of meerdere afvoerfilterkasten.

Al deze afvoerfilterkasten zijn aangesloten op een centrale afvoerkoker.

In deze centrale afvoerkoker heerst een constante onderdruk, deze onderdruk wordt gehandhaafd en geregeld door de afvoerventilatoren.

De afvoerventilatoren voeren de lucht af naar de ventilatieschacht.

In het afvoergedeelte bevinden zich diverse instelkleppen.

Hiermede kan de toename van de weerstand van de afvoerfilters door vervuiling opgevangen worden en kan het gewenste ventilatiedebiet worden ingesteld.

De genoemde onderdrukregelingen, geven niet alleen de mogelijkheid van een secundair insluitsysteem, maar ook de mogelijkheid om de diverse ruimtes onderling, in één gebouw van een drukverschil te voorzien.

In principe kan zo geregeld worden, dat geen mogelijk besmette lucht naar een schone ruimte stroomt.

De toegevoerde ventilatielucht op de 36 m vloer van het reactorgebouw, dit is de vloer waar zich het splijtstof opslag en wisselbassin bevindt, wordt afgevoerd via een afzuigrand vlak boven de waterspiegels van het bassin. Hierdoor worden dampen die eventueel vrijkomen direct afgezogen.

Deze zogenaamde natte afzuig uit het reactorgebouw is speciaal geconserveerd tegen corrosie.

Zoals opgemerkt verlaat bijna alle ventilatielucht de centrale via afvoerfilters. Deze afvoerfilters zijn voorzien van absoluut en actiefkool filtercellen, samen hebben deze een zeer grote filtercapaciteit namelijk 99,97% voor deeltjes groter dan 0,3 micron en 99,9 tot 99,99% voor halogenen waaronder jodium.

De ventilatielucht die uiteindelijk de schacht verlaat wordt continu bemonsterd en gemeten op gas- en stofactiviteit. Het onderhoud dat in 1970 aan het ventilatiesysteem is verricht betrof hoofdzakelijk het op tijd verwisselen van vervuilde toe- en afvoerfilters, de reparatie en het onderhoud van diverse toe- en afvoerventilatoren en het instellen en afregelen van regel-, meet- en beveiligingsapparatuur. Ook aan de bouwkundige afwerking van vele ruimten, voornamelijk het dichten van sparingen die ongewenste luchtstromingen veroorzaakten, is veel gedaan.

Maandelijks vindt verder een periodieke controle plaats, waarbij alle ter zake doende grootheden worden opgenomen, vergeleken met de gewenste waarde en zonodig opnieuw worden afgeregeld.

Ook wordt periodiek het automatisch bijkomen van de noodventilatie getest, tot nu toe met bevredigend resultaat. Gesteld kan worden dat in het afgelopen jaar, door de diverse verbeteringen de ventilatie optimaal werkte en dat zij in het algemeen aan de gestelde eisen voldoet.

Computers

Storingen datalogger

De datalogger is in 1970 totaal 117 maal geheel of gedeeltelijk uit bedrijf geweest.

In 93 van voornoemde gevallen kon door starten, al of niet met ponsbanden inlezen, de logger weer in bedrijf gesteld worden.

Totaal is de logger 207 uur uit bedrijf geweest.

Het beschikbaarheidspercentage bedroeg 97,6%.

In de gevallen dat de logger niet in bedrijf gesteld kon worden met behulp van starten en inlezen, werd de bedrijfsstagnatie veroorzaakt door:

- defecte onderdelen (transistors, scramrelais, potentio-meters)
- periodiek onderhoud
- defecte schrijfmachines
- slijtage van ponsbanden.

In verband met storingen werd 10 maal de hulp van Philips ingeroepen.

Storingen regelstaafmeetwaardelogger (RWM)

De RWM is totaal 94 maal uit bedrijf geweest.

In 68 van voornoemde gevallen kon door starten, al of niet met ponsbanden inlezen, de RWM weer in bedrijf gesteld worden.

Totaal is de RWM 152 uur uit bedrijf geweest waardoor het beschikbaarheidspercentage 98,3% bedroeg.

In gevallen dat de RWM niet in bedrijf gesteld kon worden met behulp van starten en inlezen, werd de bedrijfsstagnatie veroorzaakt door:

- defecte onderdelen (transistors, diodes, potentiometers)
- klokfrequentie te hoog
- periodiek onderhoud
- defecte schrijfmachine
- slijtage van ponsbanden
- losse verbindingen.

In verband met storingen werd 5 maal de hulp van Philips ingeroepen.

Storingsmeldingen via de datalogger

In 1970 zijn door de bedrijfsgegevens verwerkende machines in totaal ongeveer 650 alarmen gemeld, in 1969 kwamen ongeveer 1325 meldingen door. Hierbij zijn herhaald opgekomen alarmmeldingen van één bepaalde storing niet medegerekend. Wel zijn medegerekend de alarmmeldingen die opkwamen tengevolge van defecten in de datalogger zelf. Duidelijk is hieruit te zien dat het aantal afwijkingen en storingsmeldingen in het proces afneemt. Dit is verklaarbaar door het feit dat in 1969 het eerste bedrijfsjaar van de installatie was en dat gedurende 1970 de bedrijfsvoering steeds meer gestroomlijnd werd. Dat er toch nog betrekkelijk veel alarmmeldingen op kwamen moet geweten worden aan het feit dat nog vrijveel zogenaamde valse meldingen op de datalogger opkwamen tengevolge van defecten aan de datalogger zelf, terwijl ook enkele ingestelde alarmwaarden nog wel aangepast kunnen worden.

3. REACTORFYSICA EN THERMOHYDRAULICA

Algemeen

Gedurende het jaar 1970 is de specifieke versplijting van de kern toegenomen met 5020 MWd/t van 4908 MWd/tU tot 9928 MWd/tU. Dit komt overeen met een belastingsfactor van 80% voor het thermisch vermogen van de reactor. Bij 6000 MWd/tU zijn de tijdelijke absorptieplaten verwijderd. Eerder dan de bedoeling was in verband met moeilijkheden met de regelstaven, veroorzaakt door uitzetting van de tijdelijke absorptieplaten. De gemeten shutdown margin met staaf E4 uit bedroeg na verwijderen van de absorptieplaten in koude toestand $1 \pm 0,2$ %.

Met behulp van het rekenprogramma FLARE en de gemeten regelstaafpatronen tot 14 oktober 1970 (specifieke versplijting 8574 MWd/tU) werd het einde van de eerste cyclus voorspeld op 10330 MWd/tU. Dit betekent dat na 31 december 1970 nog 402 MWd/tU beschikbaar was of wel dat alle regelstaven uitgetrokken zouden zijn op 24 januari 1971 bij aanhoudend vol vermogen bedrijf; deze voorspelling bleek inderdaad juist.

Reactorfysica en thermohydraulica

Als functie van de specifieke versplijting zijn de diverse regelstaafpatronen over het jaar 1970 in onderstaande tabel weergegeven. De regelstaven zijn hier verdeeld in kwadrant symmetrische groepen. Het reactorvermogen was hierbij steeds 100%. De periode waarbij staaf E3 niet uitbewogen kon worden is hierin niet weergegeven. Gedurende deze periode ontbrak kwadrant symmetrie en was het vermogen geen 100%.

Tabel I

Specifieke versplijting	B-patroon				A-patroon		
MWd/tU kern	C2 C6 E2 E6	B3 B5 F3 F5	C4 E4	D3 D5	D2 D6 B4 F4	D4	C3 C5 E3 E5
4800	---	---	---	---	---	---	10
5160	---	---	---	---	---	---	11
5360	---	---	---	---	---	---	11.75
6040	5	12	0	---	---	---	---
6330	5	15	0	---	---	---	---
6490	5	17	0/2	23/17	---	---	---
6560	18	5	19	2	---	---	---
6690	19	5	19	3	---	---	---
6790	19	5	19	4	---	---	---
6920	---	5	---	3.5	---	---	---
7020	---	5	---	4	---	---	---
7150	---	5	---	5	---	---	---
7410	---	6	---	5	---	---	---
7620	---	7	---	5	---	---	---
7790	8	---	5	---	---	---	---
7980	9	---	5	---	---	---	---
8120	9	---	6	---	---	---	---
8200	9	---	6.5	---	---	---	---
8290	---	---	---	---	5	18	---
8460	---	---	---	---	5.5	18	---
8570	---	---	---	---	6	---	---
8790	---	---	---	---	7	---	---
8990	---	---	---	---	8	---	---
9180	---	---	---	---	9	---	---
9330	---	---	---	---	10	---	---
9490	---	---	---	---	11	---	---
9630	---	---	---	---	12	---	---
9750	---	---	---	---	13	---	---
9870	---	---	---	---	14	---	---
9930	---	---	---	---	---	8	---

De grafiek "reactiviteit als functie van de specifieke versplijting in de kern" geeft het reactiviteitsverloop van de kern weer afgeleid uit de tabel.

De regelstaafstappen welke zich in de kern bevonden zijn hierbij omgerekend naar reactiviteit door middel van een S-kurve voor de axiale reactiviteitsverdeling als functie van de regelstaafstand en een radiale gewichtsfactor afhankelijk van de positie van de regelstaaf in de kern.

Het overzicht "regelstaafpatronen en versplijting in 1970" geeft de regelstaafpatronen weer welke gebruikt zijn voor het volgen van de reactor met het FLARE programma. Invoer voor dit programma zijn de gemiddelde regelstaafpatronen welke in Dodewaard gebruikt zijn gedurende een bepaalde versplijtingstoename welke in de figuur weergegeven is als ΔE in MWd/tU. Uitvoer van het programma zijn onder andere de piekfactoren en K eff. van de kern. De gevallen waarin een versplijtingsstap is genomen zijn genummerd van 12 t/m 25. De resultaten van de berekening wat betreft K eff. zijn weergegeven in de figuur "FLARE-berekeningen". Omdat tijdens een versplijtingsstap het regelstaafpatroon constant wordt gehouden neemt de K eff. tijdens een stap sterk af. In de praktijk wordt dit gecompenseerd door het trekken van de staven. De vrij vlak verlopende lijn geeft de K eff. weer die FLARE voorspelt. Deze had gelijk moeten zijn aan 1,00 en horizontaal moeten lopen. Het blijkt dus dat FLARE afwijkingen van 1% vertoont in K eff. en de afwijking wordt kleiner aan het eind van de cyclus (ongeveer 8‰).

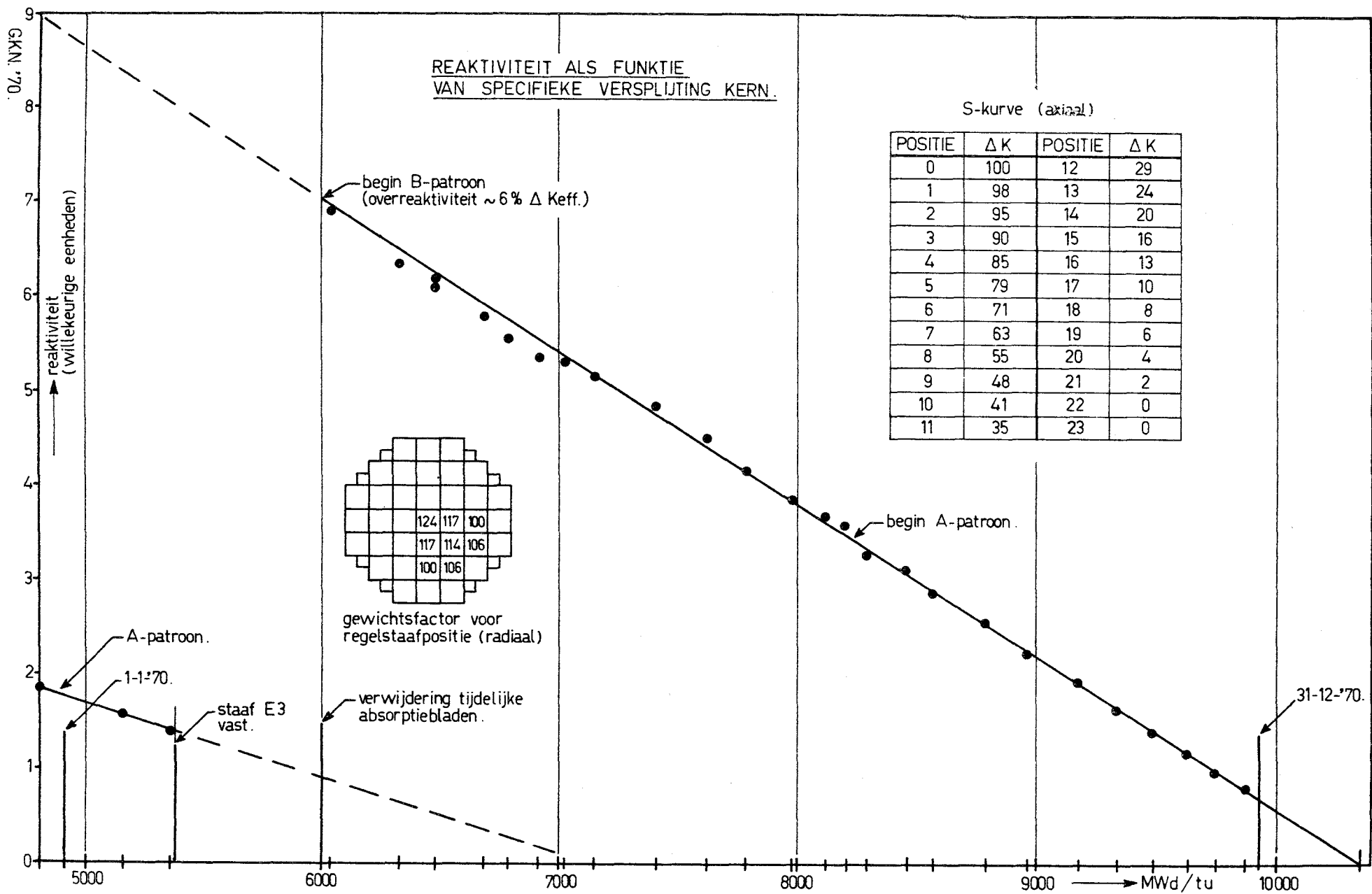
Wat de piekfactoren betreft is bij FLARE na het verwijderen van de absorptieplaten bij bovengenoemde berekeningen voor de totale piek maximaal 2,02. De radiale piek was maximaal 1,52. Dit was bij hetzelfde patroon. De axiale piek was maximaal ongeveer 1,40. Vergelijking van het geval met piek 2,02 met de neutronenijksysteemcurven gaf een radiale te zien van 1,49 en een totale van ongeveer 2,0. De afwijkingen van FLARE waren hier dus gering.

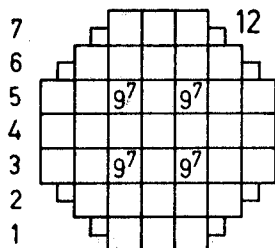
Bij het geval met totale piek 2,02 en radiale 1,52 volgens FLARE wordt ruim onder de thermohydraulische limieten gewerkt. (Totaal toelaatbare piek 2,32).

De routine berekeningen van de thermohydraulische grootheden zijn vergemakkelijkt door een inmiddels gereed gekomen bijna geheel geautomatiseerd systeem voor het meten van de neutronenflux in de kern en de verwerking van de hieruit verkregen gegevens.

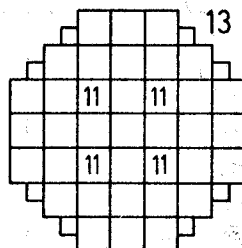
Gebruikelijk was de met behulp van op verschillende radiale posities in axiaalrichting bewegende splijtingskamertjes (het NIJS-systeem) verkregen fluxverdelingen in de kern, vastgelegd door een X-Y schrijver, door middel van handberekeningen naar vermogensverdelingen te transformeren.

Een grote nauwkeurigheid werd hierbij echter in het algemeen niet bereikt, omdat de bij de berekeningen benodigde opbrandverdeling en dampbelfractieverdeling slechts in grote stappen kon worden ingevoerd.

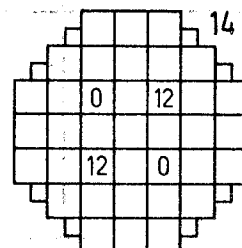




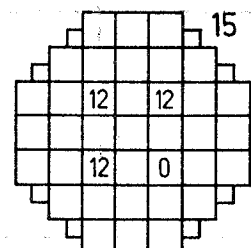
A B C D E F G
 $E_0 = 4381$. $\Delta E = 563$.



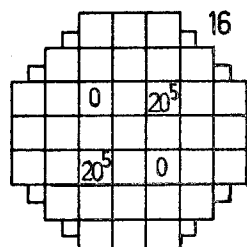
$E_0 = 4944$. $\Delta E = 431$.



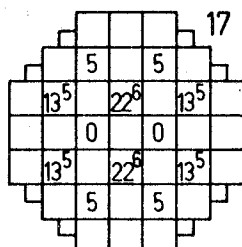
$E_0 = 5375$. $\Delta E = 24$.



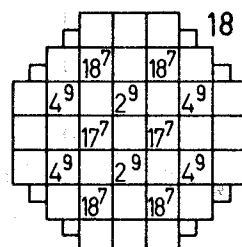
$E_0 = 5399$. $\Delta E = 97$.



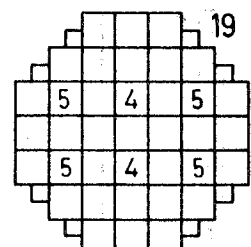
$E_0 = 5496$. $\Delta E = 503$.



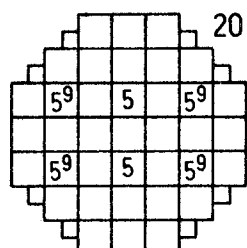
$E_0 = 5999$. $\Delta E = 428$.



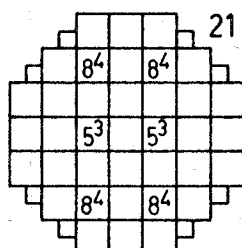
$E_0 = 6426$. $\Delta E = 482$.



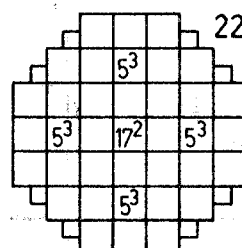
$E_0 = 6908$. $\Delta E = 236$.



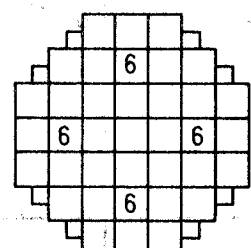
$E_0 = 7144$. $\Delta E = 473$.



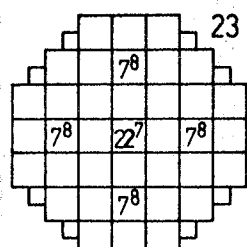
$E_0 = 7617$. $\Delta E = 594$.



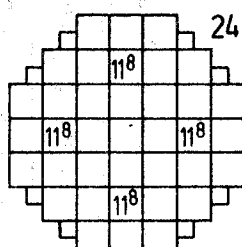
$E_0 = 8211$. $\Delta E = 363$.



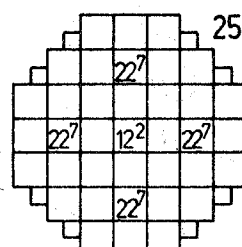
$E = 8574$.



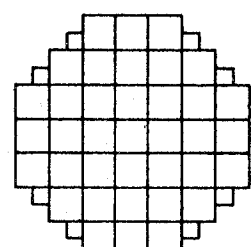
$E_0 = 8574$. $\Delta E = 722$.



$E_0 = 9296$. $\Delta E = 575$.

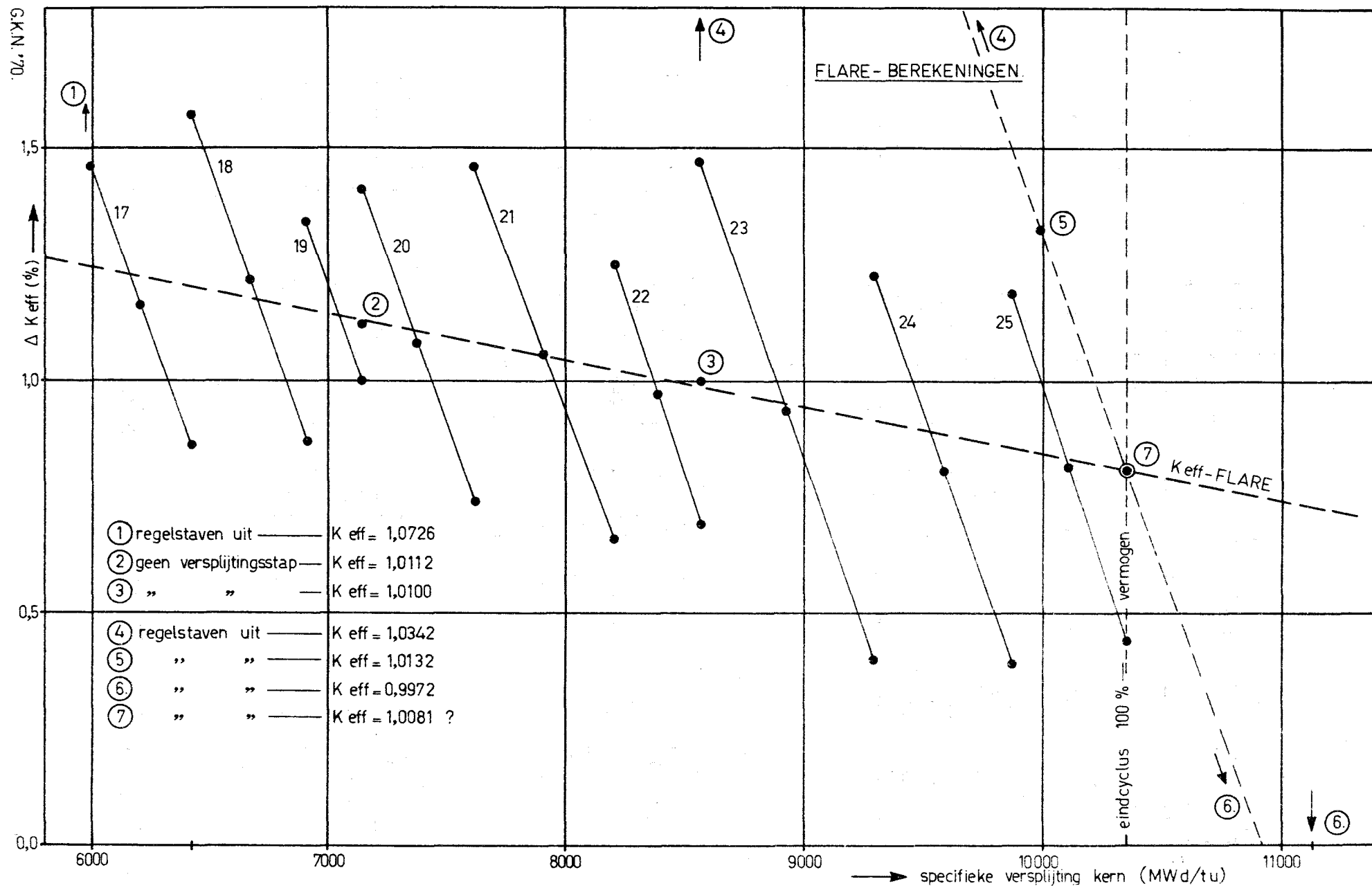


$E_0 = 9871$. $\Delta E = 476$.



$E = 10347$.

REGELSTAAF - PATRONEN EN VERSPLIJTING (MWd/t) IN 1970.



Verder is de dampbelfractieverdeling een functie van de vermogensverdeling, hetgeen een iteratieprocedure veroorzaakt die uiteraard ook via een handberekening slechts beperkt doorgevoerd kan worden.

Om in deze situatie verbetering te brengen werd ertoe overgegaan de analoge NIJS signalen (fluxwaarde en positie) te digitaliseren en op ponsband vast te leggen. De gegevens op deze ponsband vormen tesamen met nog enkele andere gegevens (tijd, vermogen etc.) de invoer voor het rekenprogramma Toppel.

Dit programma, dat gedraaid wordt op de CDC 3150 bij de KEMA te Arnhem, veronderstelt kwadrantsymmetrie van de kern. De ingelezen NIJS-curves dienen in principe op alle mogelijke NIJS-posities in dit kwadrant of op symmetrische posities daarvan in de overige kwadranten voor te komen (totaal 8 posities). Axiaal wordt de kern in 24 gebieden opgedeeld. Voor iedere bundel wordt per gebied het vermogen berekend door toepassing van conversie factoren op de geïntegreerde waarde van de bijbehorende NIJS-curve over dit gebied. Deze conversie factoren zijn een functie van de opbrandverdeling (die eveneens wordt ingelezen), de dampbelfractieverdeling en het regelstaafpatroon. Betreffende factoren zijn in eerdere berekeningen met behulp van de codes PDQ, Rebus en Teddie bepaald. Omdat zoals eerder vermeld de dampbelfractieverdeling een functie van de vermogensverdeling is, wordt een iteratieproces uitgevoerd, waarna zowel de vermogensverdeling als de dampbelfractieverdeling nauwkeurig berekend is. Hieruit volgen direct de axiale en radiale piekfactor en de totale piek en eveneens de uitlaatdampbelfractie van de kern.

Rekening houdende met het tijdsinterval waarvoor het ingegeven regelstaafpatroon als representatief kan worden beschouwd wordt eveneens de verandering (toename) in de opbrandverdeling gegeven.

Voor 120% reactorvermogen wordt verder zowel de maximaal optredende splijfstoftemperatuur als de minimum kritische warmteflux verhouding berekend.

Kerninstrumentatie

Bij de komende splijststofwisseling in maart 1971 zullen de vast in de kern opgestelde splijtingskamertjes, waarvan het oorspronkelijk geleverde ontwerp vele gebreken vertoonde, worden vervangen door instrumentatie van verbeterde constructie. Het gebrek aan deze instrumentatie gedurende 1970 is niet ernstig gevoeld, om de grote ruimte tussen werkelijke en ontwerpcriteria voor de kern en omdat op grotere schaal van het systeem gebruik werd gemaakt waarmee met behulp van bewegende kamertjes de flux in de kern kan worden afgetast.

Verder zal een door General Electric gefabriceerde geïnstrumenteerde splijtstofbundel in de kern worden geplaatst. Het meetelement werd - zonder splijtstofstaafjes - in het begin van 1970 bij General Electric in San José afgenomen; na aankomst in Dodewaard werd de instrumentatie opgesteld en werd het meetelement met splijtstofstaafjes tot een complete geïnstrumenteerde splijtstofbundel samengesteld.

In dit splijtstofelement zijn 2 van de 36 splijtstofstaafjes vervangen door dummy staafjes waarvan de ene voorzien is van 4 paren thermokoppels en de andere van 5 miniatuur splijtingsionisatie kamers. De onderzijde van het element is voorzien van een turbinedebiet meter, de bovenzijde van een "Halden" dampbelfractiemeter.

Met behulp van deze instrumenten is het mogelijk om:

- het inlaatdebiet van de bundel te meten (d.m.v. de turbine debietmeter)
- het relatieve bundelvermogen op 5 axiale posities te meten (d.m.v. de splijtingskamertjes)
- op 4 axiale posities de absolute temperatuur van het koelmiddel binnen de bundel te bepalen (d.m.v. de thermokoppels)
- op 4 axiale posities lokale snelheden van het koelmiddel binnen de bundel via de kruiskorrelatiemethode te meten (d.m.v. de thermokoppels en/of splijtingskamertjes).
- de absolute waarde van de dampbelfractie aan de bovenzijde van de bundel te bepalen (d.m.v. de dampbelfractiemeter aan bovenzijde bundel + referentiedampbelfractiemeter in valkanaal).

Een belangrijke parameter in de berekeningen van het thermohydraulische gedrag van deze soecifieke bundel is de drukval over de gehele bundel. Voor enkelfasige stroming werd deze bij 285°C experimenteel bepaald in een testopstelling bij de fabrikant General Electric te San José.

Uit deze metingen is gebleken dat voor deze specifieke bundel de drukval onder volle werkcondities door de aanwezigheid van de turbinedebietmeter met 0.4370 psi wordt verhoogd; de normale drukval over een normaal splijtstofelement is onder bedrijfscondities ongeveer 2,75 psi.

Eveneens werden onder genoemde testomstandigheden de overige instrumenten qua lus- en isolatiweerstanden intermitterend gecontroleerd en goed bevonden.

De verwachting is dat de meetresultaten met behulp van dit geïnstrumenteerde splijtstofelement in sterke mate zullen bijdragen tot de reeds aanwezige kennis van het gedrag van de reactor.

Toekomstige wisselladingen

Als voorbereiding voor de keuze van de grootheden die de toekomstige wisselladingen bepalen, zijn studies begonnen over het mogelijke gebruik van andere verrijkingsgraden in de Dodewaard reactor. Het ziet er op het ogenblik naar uit dat een hogere verrijkingsgraad, bijvoorbeeld 2,7%, economische voordelen kan bieden. Wel zal het nodig zijn om de hoekstaafjes uit te rusten met een lagere verrijkingsgraad om de lokale vermogenspieken te beperken.

4. ONDERHOUDSWERKZAAMHEDEN

Storingen en modificaties

Evenals in 1969 blijkt het aantal storingen per onderhoudsdienst per maand betrekkelijk constant te zijn. Aangenomen kan worden dat de storingen in 1970 minder betrekking hadden op kinderziektes dan in 1969 en nu meer bepaald werden door slijtage en vervuiling.

Voor de maanden april 1970 t/m december 1970 zijn het aantal storingen verwerkt per onderhoudsdienst, de oorzaak en de urgentie grafisch uitgezet.

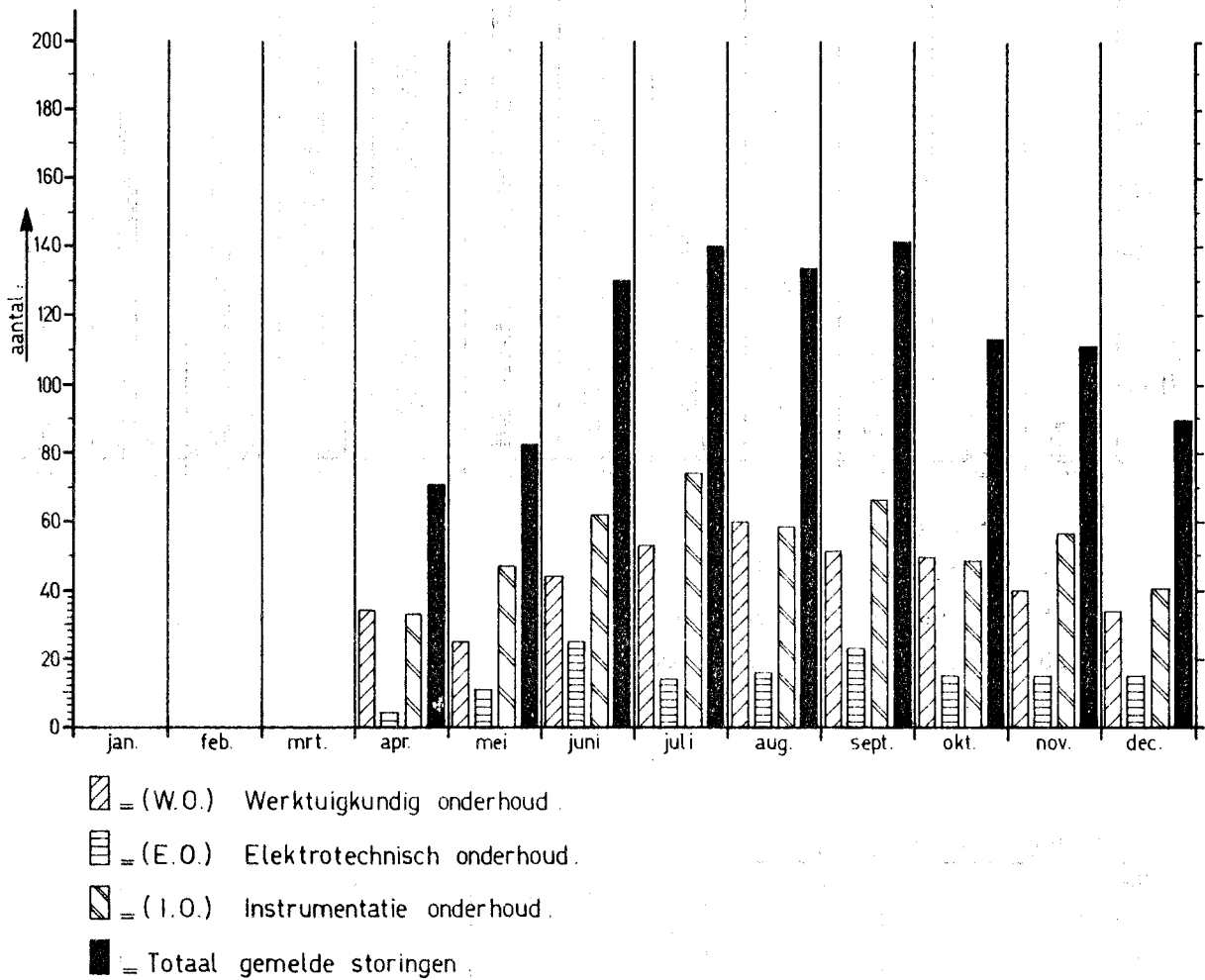
Het aantal urgente storingen waarmee het bedrijf van de centrale niet langer dan 5 uur kon worden voortgezet is zeer klein, de meeste daarvan konden tijdens bedrijf worden verholpen en slechts enkelen leidden tot de bedrijfsonderbrekingen die elders in dit rapport worden besproken.

De aard van de storing was, zoals uit het overzicht blijkt, in verreweg de meeste gevallen ouderdom, slijtage en vervuiling. Op 158 van de gevolgde 1070 storingsformulieren was als oorzaak opgegeven montage of fabrikage fout, op 755 als oorzaak slijtage/vervuiling en op 157 oorzaak onbekend.

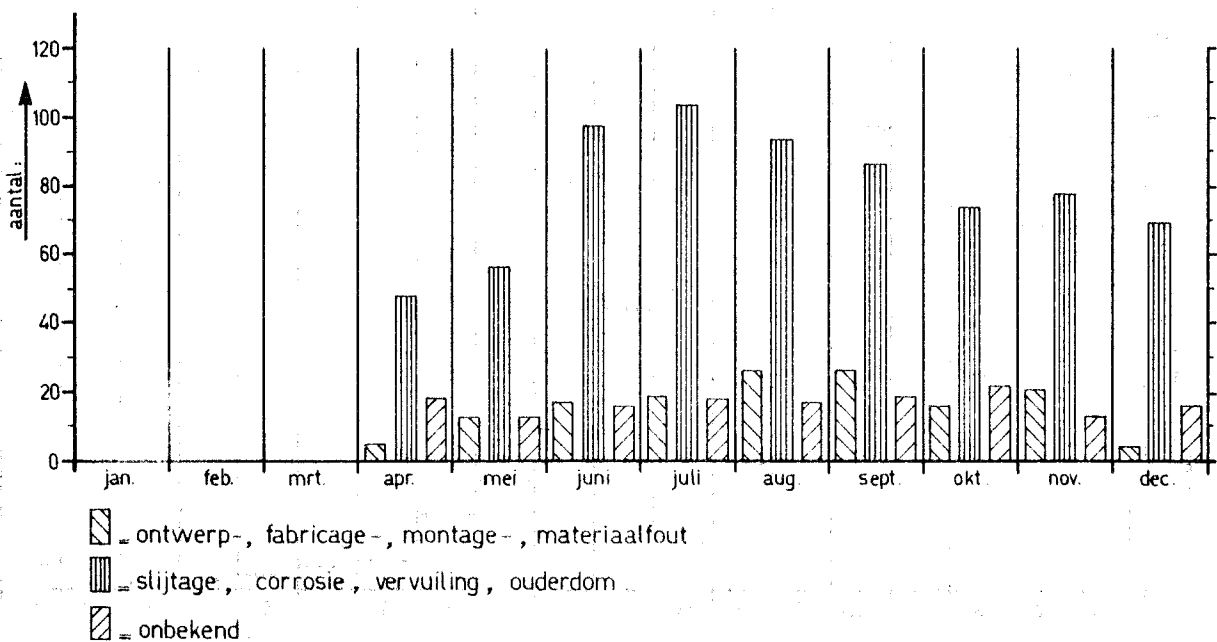
De instrumentatie onderhoudsdienst kreeg evenals in 1969 het grootste aantal storingen te verhelpen namelijk 553, voor de werktuigkundige onderhoudsdienst waren het er 403 en voor de elektrotechnische onderhoudsdienst 144.

Uit het dagelijks bedrijf van de centrale zijn in 1970 een aantal wensen en suggesties, noodzakelijk tot verbetering van systemen of componenten, naar voren gekomen die als discussiepunt op een lijst van uit te voeren werkzaamheden, per onderhoudsdienst, komen te staan. Na het verzamelen van informatie over de voorgestelde wijziging, het zonodig opstellen van een begroting en het toetsen aan veiligheids- en bedrijfsvoorschriften wordt al of niet toestemming verleend om een voorgestelde wijziging uit te voeren. In 1970 kregen de werktuigkundige, elektrotechnische en instrumentatie onderhoudsdienst op deze wijze respectievelijk circa 250, 120 en 200 punten af te werken. Vele punten hadden betrekking op verbeteringen in het radioactief afvalgebouw, wijzigingen aan waterbehandelingssystemen, elektrische en werktuigkundige ombouw van het harsregeneratiestation, uitbreiding en verbetering van de personen oproep- en alarminstallatie, het afmaken van het ventilatiesysteem en een aantal noodzakelijke revisies.

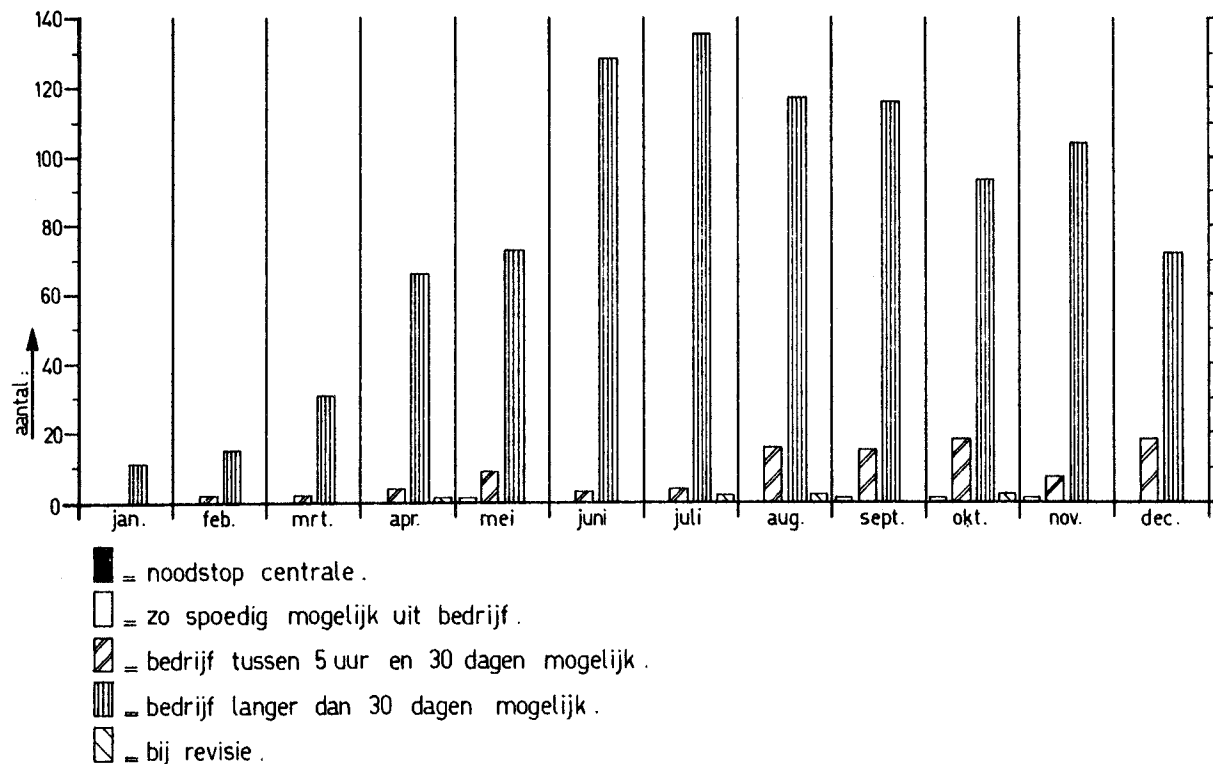
AANTAL GEMELDE STORINGEN IN 1970.



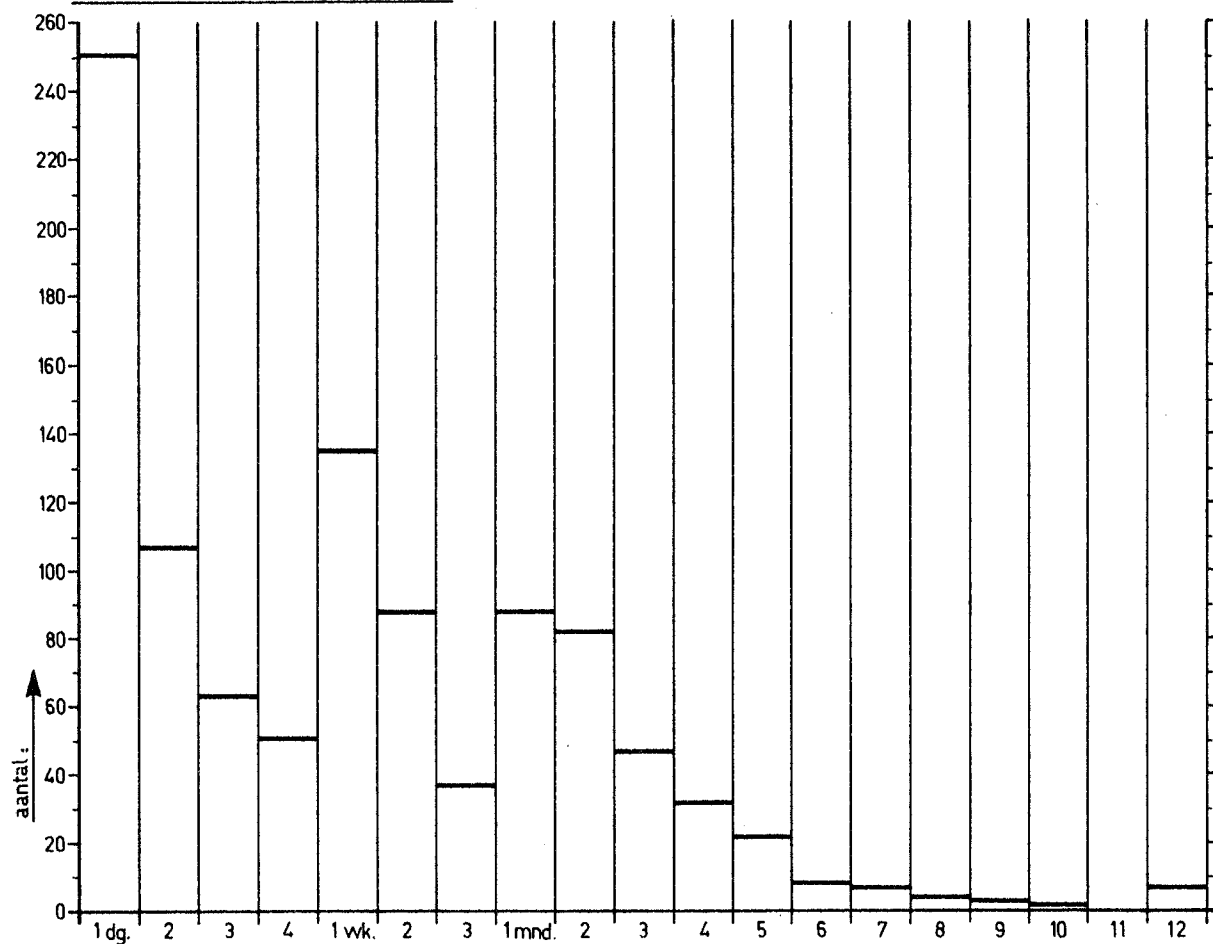
OORZAAK VAN DE STORINGEN.



URGENTIE STORINGEN IN 1970.



STORINGEN OPGEHEVEN NA:



Om de, voor uitvoering goedgekeurde, punten van de werkzaamhedenlijsten zoveel mogelijk voor de komende maart-'71 stop af te werken moesten aan de onderhoudsgroepen en de corveedienst personeelsleden van buitenfirma's worden toegevoegd. Inclusief de in eigenbeheer uitgevoerde werkzaamheden tijdens de onderhoudsperiodes waren de hieronder opgegeven mandagen van derden nodig.

De werktuigkundige onderhoudsdienst werd voor de vele uit te voeren modificaties in totaal met 1004 mandagen aangevuld, dit was onder andere mogelijk door een goede samenwerking met de PGEM te Nijmegen waarvan een onderhoudsploeg gedurende circa 3 maanden in Dodewaard te werk werd gesteld. Door ziekte gingen bij de werktuigkundige onderhoudsgroep 80 mandagen verloren, terwijl deze groep in de loop van 1970 met twee man werd uitgebreid zodat deze nu bestaat uit een chef en 6 onderhoudsmonteurs.

De elektrotechnische onderhoudsdienst moest een beroep doen op derden voor een totaal van 245 mandagen en de instrumentatie onderhoudsgroep voor een totaal van 267 mandagen.

De corveedienst moest door ziekte (128 mandagen), door het vele extra werk tijdens onderhoudsperiodes en het noodzakelijke op orde brengen van de centrale en het verwerken van afval na de stops versterkt worden met totaal 587 mandagen waarvoor een beroep werd gedaan op een schoonmaakbedrijf.

Tijdens de onderhoudsperiodes werd welkome hulp verleend, door het beschikbaarstellen van personeel, door enige afdelingen van de Arnhemse Instellingen. Dit beliep 67 mandagen voor het splijtstofwisselen en onderhoud van de regelstaaf-aandrijfmechanismen en 127 mandagen voor de stralingscontroledienst.

De terreinbewakingsdienst leverde 160 mandagen extra voor de, gedeeltelijk continue, bewaking van de hoofdtoegangscontrole tijdens de twee grote onderhoudsperiodes.

Werktuigkundig onderhoud

Reactor installatie. De vijf veiligheidsafsluiters op het reactorvat werden nogmaals door de leverancier gemodificeerd en bleken na de montage geheel dicht te zijn. Dit is bereikt door een verbeterde centrering van de klep, door de radiale speling van het verenpakket iets te vergroten en door de klep in warme toestand na te leppen.

De hoofdstoomafsluiters naar de turbine en noodcondensor (18022 en 18023) werden wegens lekkage en doorlaten geheel gedemonteerd, gelept en verpakt. Daar deze afsluiters in een uitstulping van het insluitingssysteem zijn aangebracht is dit een groot karwei, waarbij ook veel straling wordt opgelopen. Tevens was dit oorzaak van vertraging in het opstarten van de centrale na de maart stop.

In het secundaire afvoerkanaal van de noorcondensor werden ter vermindering van het "overkoken" twee waterafscheiders ingebouwd. De romp werd inwendig gestraald en geconserveerd.

De reactorkamerkoelventilatoren geven nog steeds moeilijkheden. Het lostrillen van de bevestigingsbouten van de elektromotor van ventilator nr. 4 was oorzaak van het compleet vastlopen hiervan, deze ventilator moest geheel worden gedemonteerd en gerepareerd. Een tweede reparatie waarbij een nieuwe uitgebalanceerde waaier met naaf werd gemonteerd was na korte tijd noodzakelijk. Van ventilator nr. 1 werd de defecte elektromotor uitgebouwd.

Het reactorwaterzuiveringssysteem vertoont nog diverse storingen en bij reparaties moet het personeel onder moeilijke omstandigheden, in verband met straling en besmetting, werken.

De bovenzijde van warmtewisselaar nr. 2 werd gedemonteerd en de inwendige roestvaststalen bekleding werd getest. Enige haarscheurtjes werden uitgeslepen en gelast.

De romp, de gescheurde pijpenplaat en pijpenbundel van warmtewisselaar nr. 1 werden gedemonteerd en de bovenkant werd tijdelijk gedicht met een holle afsluitplaat.

Van de verticale 18-traps pomp nr. 2 werd wegens uitlopen tweemaal het onderlager van de elektromotor vernieuwd. Dit lager, tevens hoofdlager van de pomp, werd de laatste maal met ruimere toleranties en ander smeervet gemonteerd.

De 4-traps pomp nr. 4, welke tijdens werkzaamheden in de kern, in de maart-'70 stop in bedrijf was, is vastgelopen door dichtslaan van het zuigfilter. De pomp werd uitgebouwd, gedemonteerd en is in reparatie.

Het repareren van de gescheurde motorsteun van de 4-traps pomp nr. 5 gaf geen verbetering in het extreme trillen van de gehele opstelling. Na het uitbouwen en demonteren met behulp van loden afscherming van deze pomp, bleek de as krom te zijn en vertoonde het inwendige een overmatige slijtage. Het ontwerp van de pompen nr. 4 en 5 wordt aan een nadere beschouwing onderworpen.

Het luchtvoorzieningssysteem. Een grote lekkage bij een slechte verbinding van de regellucht toevoerleiding van het regelstaafaandrijfsysteem veroorzaakte een dusdanige drukval dat een gedeeltelijke scram optrad. Een tijdelijke afdichting werd later tijdens een stop gerepareerd. De pneumatische capaciteitsregeling van de compressoren werd in verband met de vele storingen vervangen door een semi-elektrische regeling.

De turbine installatie. Het ontwateringssysteem werd verbeterd, onder andere de hoge- en lagedruk waterafscheiders. De turbine kleppen werden geïnspecteerd en de bussen van de regelkleppen en de geleide bussen en de balg van de by-pass klep werden vernieuwd. Een stoomlekkage tussen linker uitklink-klep en turbinehuis werd gerepareerd, het resultaat was echter onvoldoende; de constructie zal in een komende stop aan een onderzoek moeten worden onderworpen.

Het condensorreinigingssysteem werd omgebouwd en vervangen door het "Taprogge" systeem. Een reeds eerder geconstateerde scheef getrokken ophanging van de oostelijke hoofdstoomleiding werd hersteld.

Het condensorkoelwater en bedrijfskoelwater systeem (KKS en CBW) Tijdens zeer hoge rivierwaterstand werd veel gras etc. aangevoerd, waardoor een meetbuis werd losgeslagen die de korfbandzeefmachine beschadigde. Er moesten diverse korven en afdichtingen gerepareerd worden.

Bij een gelijktijdige afschakeling van de beide koelwaterpompen tengevolge van een spanningsuitval, sloegen beide Aruemat-kleppen uit volle open stand dicht, waarbij van klep nr. 1 het besturingshuis van het klephuis werd geslagen, doordat deze te ver opengestuurd stond. Na tijdelijke reparatie, waarbij de standsignalering tevens als eindschakelaar uitgevoerd werd, werden zwaardere kasten gemonteerd met een verbeterd hydraulisch remsysteem met wegaafhankelijke weerstand en een snelsluitinstallatie. Een verdere verbetering van de besturing van deze kleppen is nu in voorbereiding.

De tandwielkast van de hoofdkoelwaterpomp nr. 2 vertoont een steeds erger wordende geluidshinder tengevolge van voortschrijdende slijtage van de tandflanken, vermoedelijk als gevolg van de reeds vroeger geconstateerde corrosie. Nieuwe onderdelen zijn in bewerking en zullen ter zijner tijd gemonteerd worden. Bij nadere inspectie bleek de fundatie van de aandrijving van deze koelwaterpomp niet in lijn en parallel te staan met de pomp. Deze fundatie werd met behulp van giethars ondersabeld, waterpas gesteld en weer in lijn gebracht met de pomp.

Bij de CBW pomp nr. 2 werden tweemaal de bovenste lagers van de tussenas vernieuwd. De laatste maal werden in overleg met de leverancier van de lagers de toleranties verruimd.

De gietijzeren eindregelklep, waarvan de inwendige erosie tijdelijk met behulp van giethars gerepareerd was, werd vervangen door een roestvrijstalen klep in combinatie met een restrictie.

Centrifugaalpompen algemeen. Van diverse pompen moesten de slijtende delen van de mechanische asafdichtingen vernieuwd worden.

De indampinstallatie had vele storingen door verontreinigingen en daarmee gepaard gaande defecten aan de afvalchemicaliënbehandelpomp nr. 2.

De lagers van de geslotenkoelwatersysteempomp nr. 1 moesten wegens uitlopen tweemaal vernieuwd worden. De pomp werd opnieuw gesteld en een onder spanning staande aansluitleiding afgebeugeld.

Elektrotechnisch onderhoud

Synchroniseerapparaat. In 1969 hebben er enkele foutieve synchronisaties plaats gevonden waarvoor een aantal mogelijke oorzaken aan te voeren waren waaronder het niet correct functioneren van het automatische BBC-synchroniseerapparaat. Dit apparaat is voor controle naar de leverancier geweest, waarbij evenwel niets gevonden is.

Machinetransformator. De 75 MVA-machinetransformator 10,5/150 kV is onder andere uitgerust met twee water-oliekoelers. In het watercircuit is een doorstroomrelais opgenomen, dat bij tweederde van de doorstroming een vooralarm geeft en bij minder dan eenderde doorstroming uitschakeling van de centrale. Bij voldoende doorstroming van water heeft het contact behorende bij de een derde doorstroming niet goed gewerkt en dit had uitschakeling van de centrale tot gevolg.

Reactorwaterzuiveringssysteem. Het onderlager van de vertikaal opgestelde 100 pk en 2960 omwentelingen per minuut draaiende elektromotor van de 4-traps reactorwaterzuiveringspomp nr. 2 heeft moeilijkheden gegeven. De oorzaken lagen in de toepassing van een lager met te geringe speling en het gebruik van verkeerd vet.

Reactorkamerventilatie. Bij een 50 pk en 1450 omwentelingen per minuut draaiende druipwaterdichte elektromotor van een reactorkamer ventilator is de waaier, na verloop van enkele jaren, op de as gaan loszitten waardoor de waaier tegen de statorwikkelingen is aangelopen die ernstig werden beschadigd. De stator werd opnieuw gewikkeld.

Signaleringskabel naar onderstation. Tussen de centrale en het circa 4 km verwijderde PGEM-onderstation ligt een overdrachtskabel, bestemd voor onder andere wederzijdse uitschakelcommando's.

In de buurt van deze kabel heeft een blikseminslag plaats gevonden, met als gevolg dat de 150 kV-lijn naar de centrale ten onrechte automatisch werd uitgeschakeld en de centrale uitviel.

Instrumentatie onderhoud

Stralingsmeetapparatuur. De neutronenfluxversterkers N5 - N6 - N7 gaven enkele malen moeilijkheden bij lagere vermogens. In de gevoeligste bereiken werd de aanwijzing onrustig. De oorzaak bleek te zijn te grove potentiometers voor de instelling van de hoogspanning. Deze zijn vervangen door potentiometers met een fijnere instelmogelijkheid. N5 - N6 - N7 zijn beveiligingskanalen welke kunnen ingrijpen in de reactorbeveiliging.

Van de neutronenfluxversterker N1 is de kabel tussen detector en voorversterker vervangen wegens te lage isolatieweerstand. Ook deze storing veroorzaakte een onrustig gedrag. N1 is een startkanaal welke niet ingrijpt in de reactorbeveiliging.

Van beveiligingskanaal N5 bleek zeer langzaam de gevoeligheid terug te lopen. Beide zijn vernieuwd, waarna de klacht verholpen was. Het is nog niet duidelijk of de oorzaak gezocht moet worden in de kabel of in de detector. De kabel blijkt in koude toestand, zonder neutronenflux een isolatietest goed te doorstaan. Een testprocedure voor de detector (gamma-gecompenseerde ionisatiekamer) is bij de fabrikant aangevraagd.

Er waren doorlopend moeilijkheden met de handen/voeten en kledingmonitors. De klachten hielden meest verband met de elektronica en met de gasvoorziening van deze apparatuur. Ook de draagbare stralingsmeetapparatuur gaf nogal wat zorgen, veelal door ondeskundige behandeling.

Reactorbeveiliging. De reactorbeveiliging gaf weinig moeilijkheden. De belangrijkste klacht was het enkele malen ten onrechte aanspreken van drukschakelaars welke de reactordruk meten. Het aanspreekpunt van deze schakelaars verliep naar de veilige kant, dat wil zeggen dat de schakelaars een signaal gaven tengevolge van een kleine trilling of drukverhoging. De verwachting is dat de bourdonbuis van deze schakelaars nog niet voldoende verouderd is en dat het verloop langzaam minder wordt. De afstellingen worden regelmatig gecontroleerd.

Reactorbesturing. Hierin trad een belangrijke storing op. Een tijdklok, welke bij stap voor stap beweging van een regelstaaf de stapgrootte bepaalt, schakelde niet goed, waardoor een regelstaaf ten onrechte een signaal kreeg voor continu uitbewegen. De tijdklok werd gerepareerd en uitgebreid getest.

Om echter deze storing in de toekomst te ondervangen is een modificatie in ver gevorderde staat van voorbereiding, waarbij een tweede tijd klok gemonteerd zal worden die het eventuele weigeren van de eerste opvangt. Tevens wordt een verschilsignalering aangebracht, welke een melding geeft als de tijd klokken onderling afwijken.

Drukregeling reactor. In een elektro-hydraulische omvormer van de bypass klep trad een trilling op waarvan de oorzaak nog niet met zekerheid vast staat. De trilling was zo hevig, dat een aanslag losgeslagen werd. Door de gevoeligheid van de betreffende eindversterker te verlagen werd de trilling sterk verminderd. Later werd ook nog een olieleiding, welke bleek te resoneren, beter bevestigd, wat de trilling geheel deed verdwijnen. In de komende bedrijfsstop wordt onderzocht wat de oorzaak was.

Niveauregeling reactor. In de terugkoppelmotor van de voedingwaterdebietzender ontstond een aardsluiting ten gevolge waarvan de meetwaarde foutief was.

De niveauregeling ging door dit plotselinge verschijnsel oscilleren.

Omdat deze storing bij andere meetwaardezenders ook voorgekomen was, werd de fabrikant ingeschakeld. Deze gaf toe dat hier van een fabrikagefout sprake was en leverde voldoende nieuwe terugkoppelspoelen om alle belangrijke meetwaardezenders te voorzien van een nieuwe, gemodificeerde spoel. Dit is ondertussen reeds bij de meeste gebeurd, de rest zal vervangen worden in de komende bedrijfsstop. Tevens is een reserve voedingwaterdebietzender geïnstalleerd.

Neutronenfluxijsysteem. Het neutronenfluxijsysteem werd zodanig gemodificeerd, dat de grafieken welke normaal door het apparaat op een X-Y-schrijver weergegeven worden, ook naar de regelstaafmeetwaarde-computer gevoerd worden in de vorm van 2 analoge signalen.

Deze computer digitaliseert de signalen en legt de gegevens vast op een ponsband, die bij reactorfysische rekenprogramma's gebruikt wordt.

Turbinebeveiliging. Bij het zogenaamde spannen van het uitklinkmechanisme van de turbine bleken twee elektromotoren die dit werk moeten verrichten, verbrand te zijn. Omdat in de toestand (uitgeklonken) waarin de turbine zich op dat moment bevond, een beveiliging op oliedruk had moeten voorkomen dat deze motoren gingen draaien, werd onderzocht waarom deze beveiliging weigerde. De oorzaak bleek een bijna geheel dichtgedraaide afsluiter van een drukschakelaar te zijn, waardoor de beveiliging te traag werkte. Deze drukschakelaar zorgt echter ook voor de paraatstelling van alle elektrische uitklinkcommando's. Om in de toekomst niet het risico te lopen dat de turbine in bedrijf is zonder paraatgestelde uitklinkcommando's wordt hier in de maart-'71 stop een signalering op aangebracht.

Turbine ontwateringsregeling. Omdat bleek, dat de noodafvoerkleppen van voorwarmer 2 naar 3 een te grote lek hadden, werden deze kleppen gedemonteerd voor controle. Oorzaak bleek te zijn, dat tijdens de installatie van deze regelkleppen enkele onderdelen onderling verwisseld waren en dat klep en zitting niet op elkaar waren afgestemd. Na totale revisie bleek de lek van deze (dubbelzitting) regelkleppen weer tot een acceptabele hoeveelheid teruggebracht.

Drukregelstation van reactorzuiveringssysteem. Klep en zitting van de hiervoor gebruikte regelkleppen blijken tamelijk snel te verslijten. Na ongeveer een jaar continu bedrijf is het nodig genoemde regelkleppen geheel te reviseren.

Waterbehandelingssystemen. Voor niveau-meting van de diverse tanks wordt gebruik gemaakt van capacitieve meters, deze meters veroorzaakten diverse malen moeilijkheden, wat overlopen van de tanks tot gevolg had. De foutaanwijzingen worden veroorzaakt door belangrijke veranderingen in de geleidbaarheid van het opgeslagen water. Aangezien de fabrikant niet op korte termijn een oplossing kon verzorgen, zijn de meest radioactief verontreinigde tanks voorzien van mechanische hoog niveau signaleringen, waardoor overlopen voorkomen wordt.

Luchtvoorzieningssysteem. Het niet goed functioneren van de luchtdroger veroorzaakte een daling van de instrumentatieluchtdruk. Een langzaam openlopen van de scramkleppen, mede onder invloed van een lekkage aan het luchtsysteem aldaar, had een reactorscram tot gevolg. Aangezien de druk niet lager dan 2 kgf.cm^{-2} kwam, bleef de overige instrumentatie normaal in bedrijf. Bij inspectie van de luchtdroger, bleek dat een frequenter periodiek onderhoud noodzakelijk is.

5. CHEMISCHE EN RADIOCHEMISCHE BEDRIJFSASPECTEN

Er hebben zich in 1970 geen grote moeilijkheden met de water- en waterbehandelingssystemen voorgedaan en aan de kwaliteitseisen voor de verschillende watersoorten kon ruimschoots worden voldaan.

Toch zijn er enkele significante zaken te melden.

Primaire systeem

Begin februari 1970 bleek de geleidbaarheid van het reactorwater (zie betreffende grafiek) langzaam te stijgen tot een maximale waarde van $0,70 \mu\text{mho} \cdot \text{cm}^{-1}$, doordat de reactorwaterzuiveringssysteem-demi beladen was. De percolatietijd bedroeg 13 maanden, wat vrij gunstig te noemen is. Daarna werd de parallel demi in bedrijf genomen die gevuld is met een speciale geregenereerde hars voor kernenergiecentrales, de zogenaamde Amberlite IRN 77 en IRN 78. De in 1970 bekende resultaten van deze harssoorten zijn gunstig.

Medio 1970 werd weer een verhoogde geleidbaarheid in het reactorwater geconstateerd, maar dit werd veroorzaakt door een geringe ionen lekkage van de condensaatreinigingssysteem-demi, waarbij opgemerkt dient te worden dat de geleidbaarheid na de condensaatreinigingssysteem-demi nimmer boven de $0,08 \mu\text{mho} \cdot \text{cm}^{-1}$ steeg.

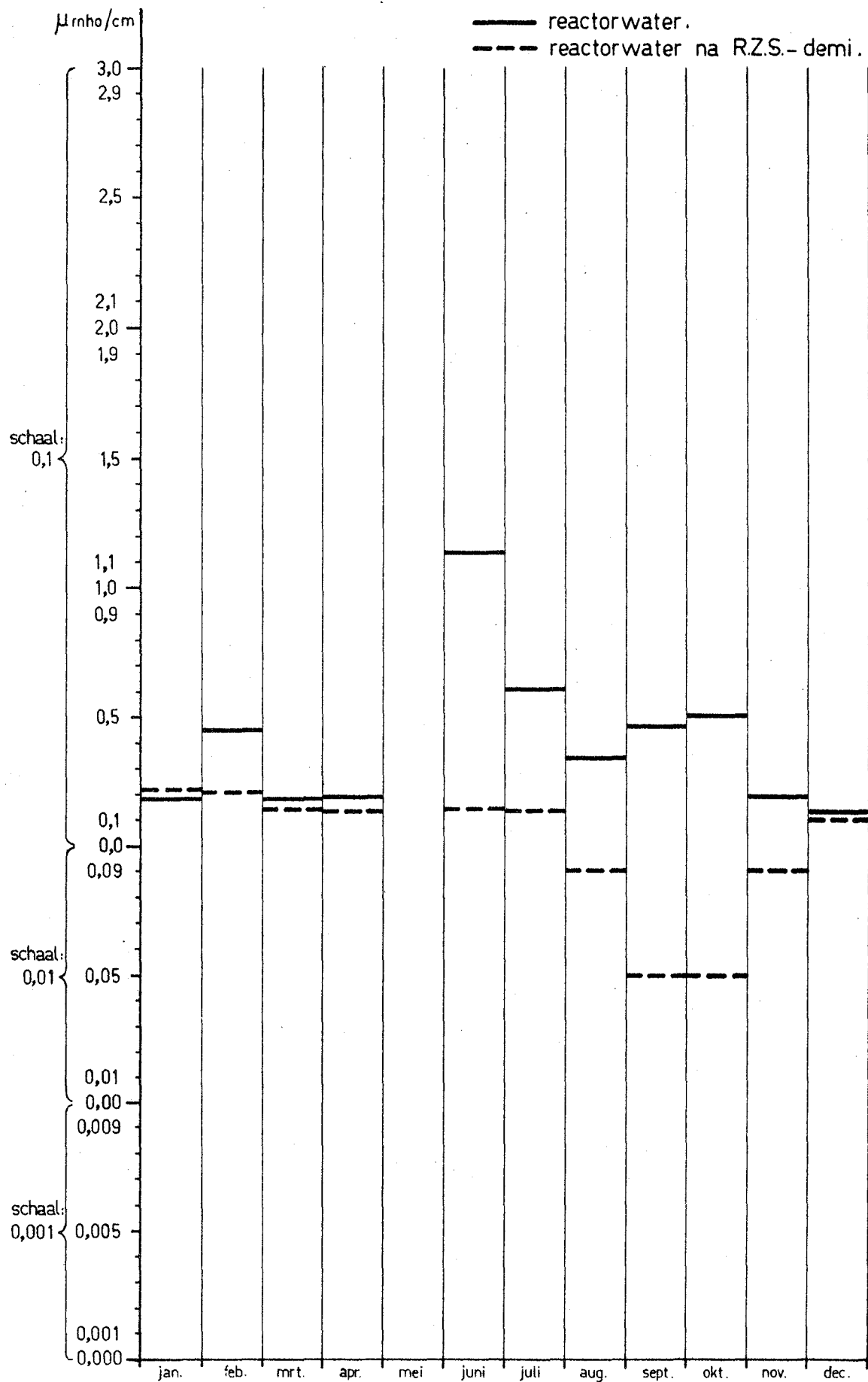
Besloten werd om beide condensaatreinigingssysteem-demi's te regenereren. De percolatietijd van de beide demi's bedroeg toen 15 maanden. Opgemerkt kan worden dat van enigerlei, desnoods geringe, condensorlekkage geen sprake was. De hoeveelheden ijzeroxiden (zie grafiek) die gemeten werden bij de verschillende monsterpunten lijken nogal sterke variaties te vertonen. Dit kan echter verklaard worden doordat in 1970 verschillende malen van analyse-methode gewisseld is. Er is nu een methode gevonden die vrij goed reproduceerbare resultaten geeft. Nu mogen niet alle variaties daarop afgeschoven worden. Ook de stroomsnelheid in de monsterleidingen, die over het algemeen te laag is, speelt hierbij een rol.

De hoeveelheid opgeloste zuurstof in het condensaat (zie grafiek) is in het begin van 1970 vrij hoog (garantiewaarde $15 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$) maar dit kan verklaard worden door de grote hoeveelheden water die in de condensor gesuppleerd dienden te worden. Het is namelijk gebleken dat de nevencondensaatontgastank, vooral bij suppleties niet zo goed werkt. Als er continu $2,5 \text{ ton} \cdot \text{h}^{-1}$ in de nevencondensaatontgastank gesuppleerd wordt bedraagt de opgeloste zuurstof in het condensaat ongeveer $20 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$. Zonder suppletie varieert dit tussen 5 en $10 \mu\text{g} \cdot \text{l}^{-1}$.

CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN VAN HET PRIMAIR SYSTEEM.

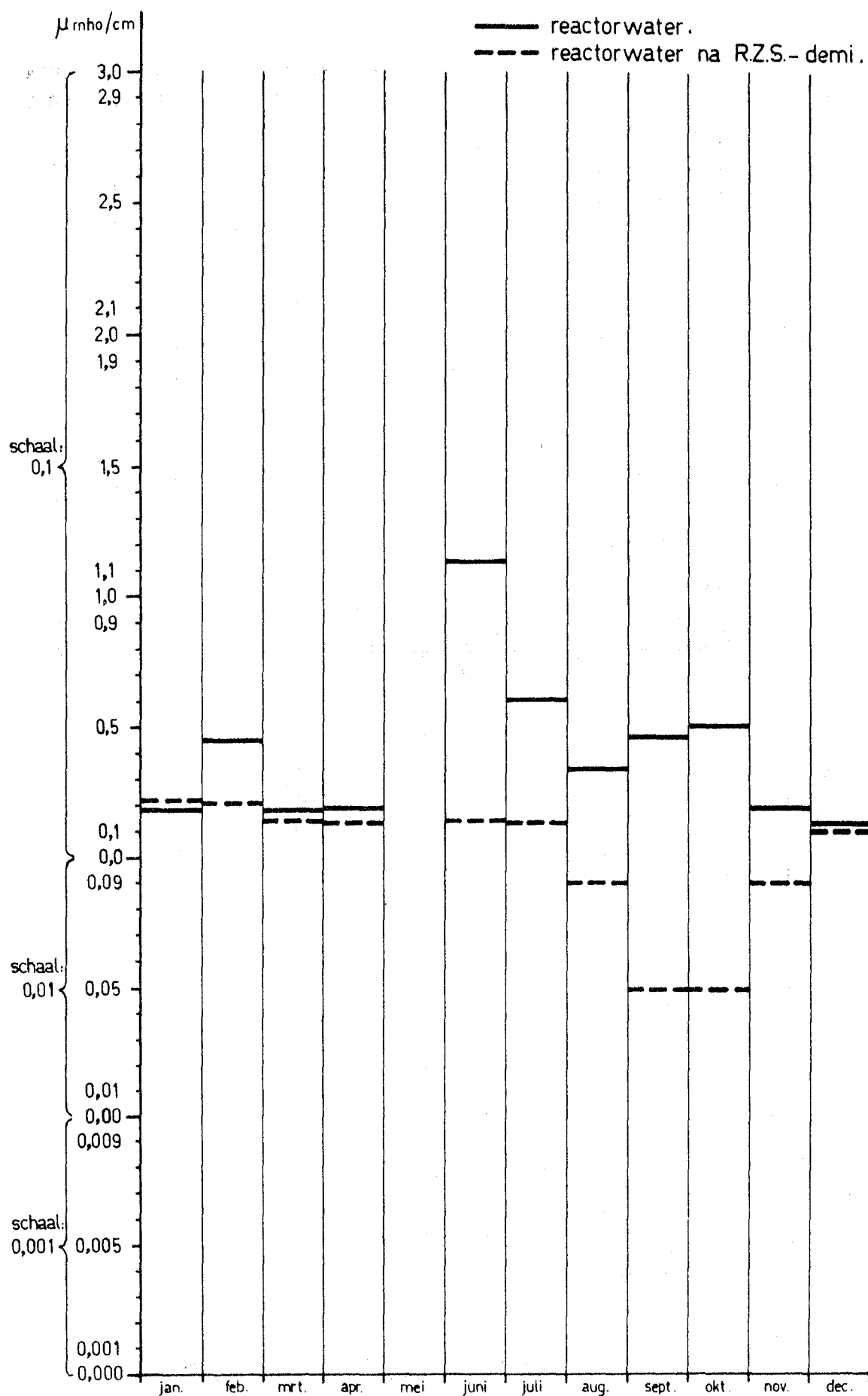
maandgemiddelden geleidbaarheid ,

in 1970



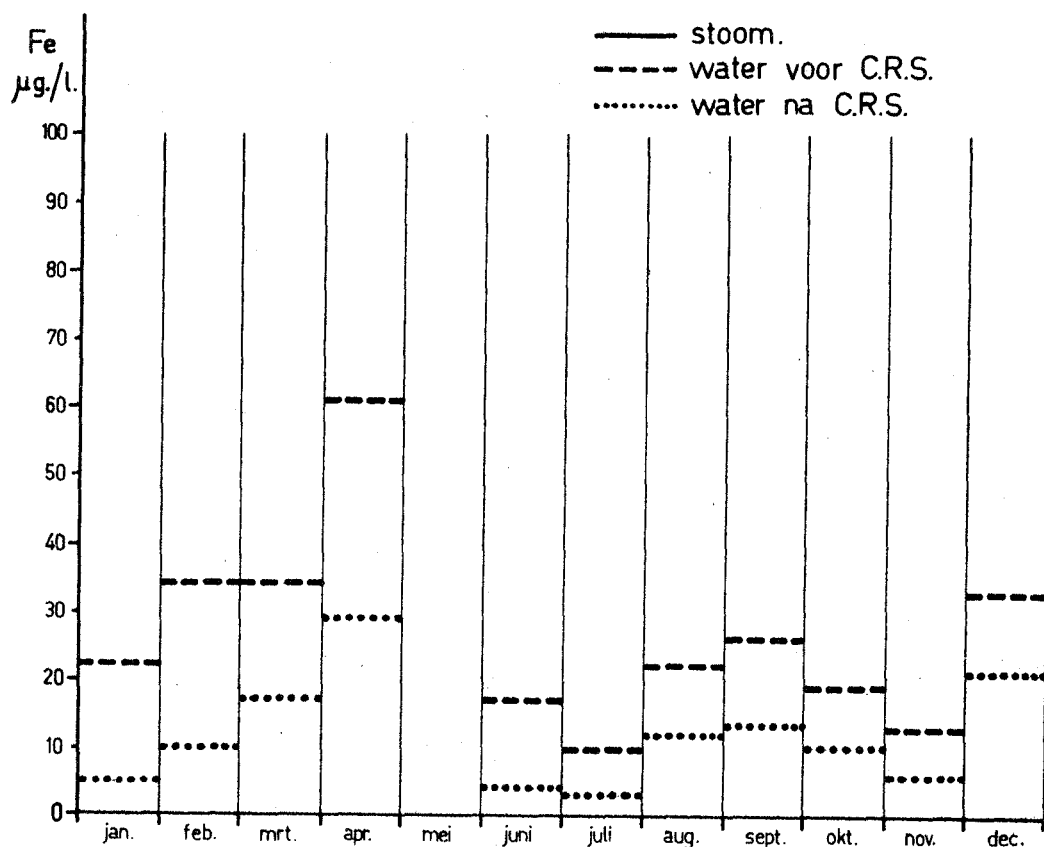
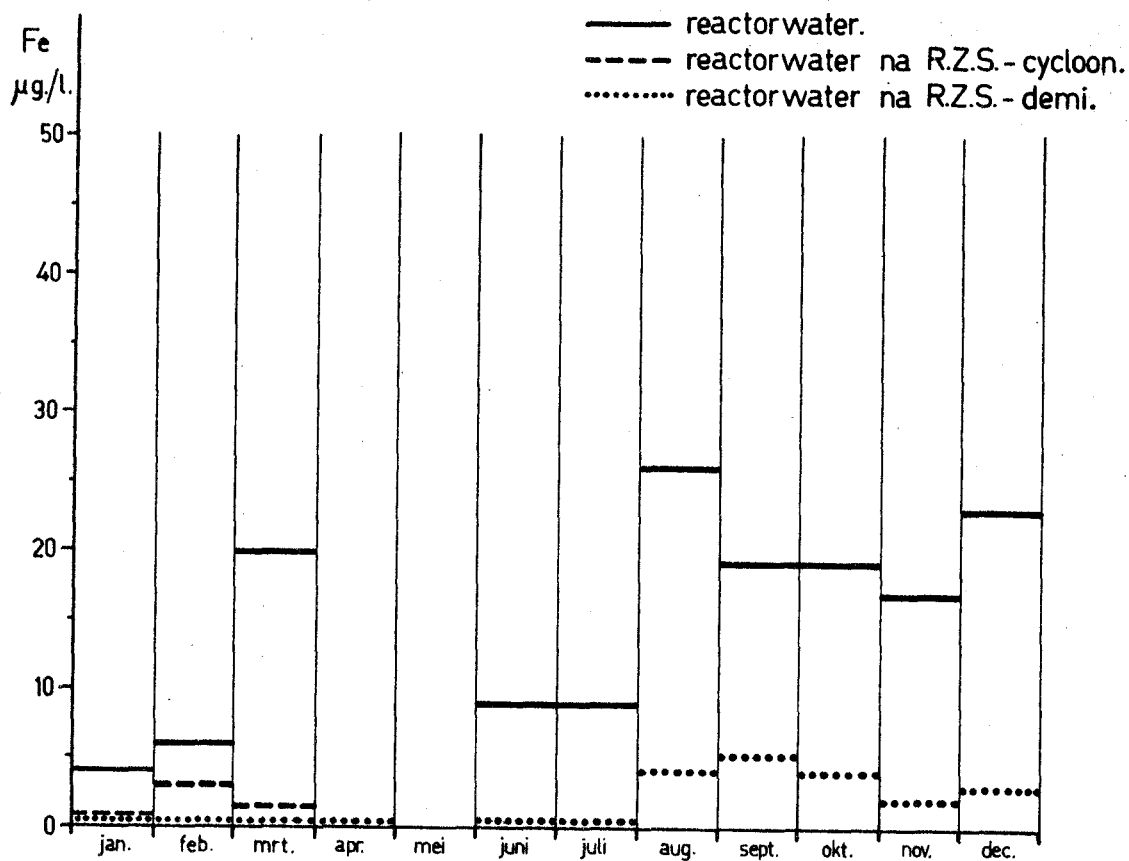
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN VAN HET PRIMAIR SYSTEEM.

maandgemiddelden geleidbaarheid, in 1970



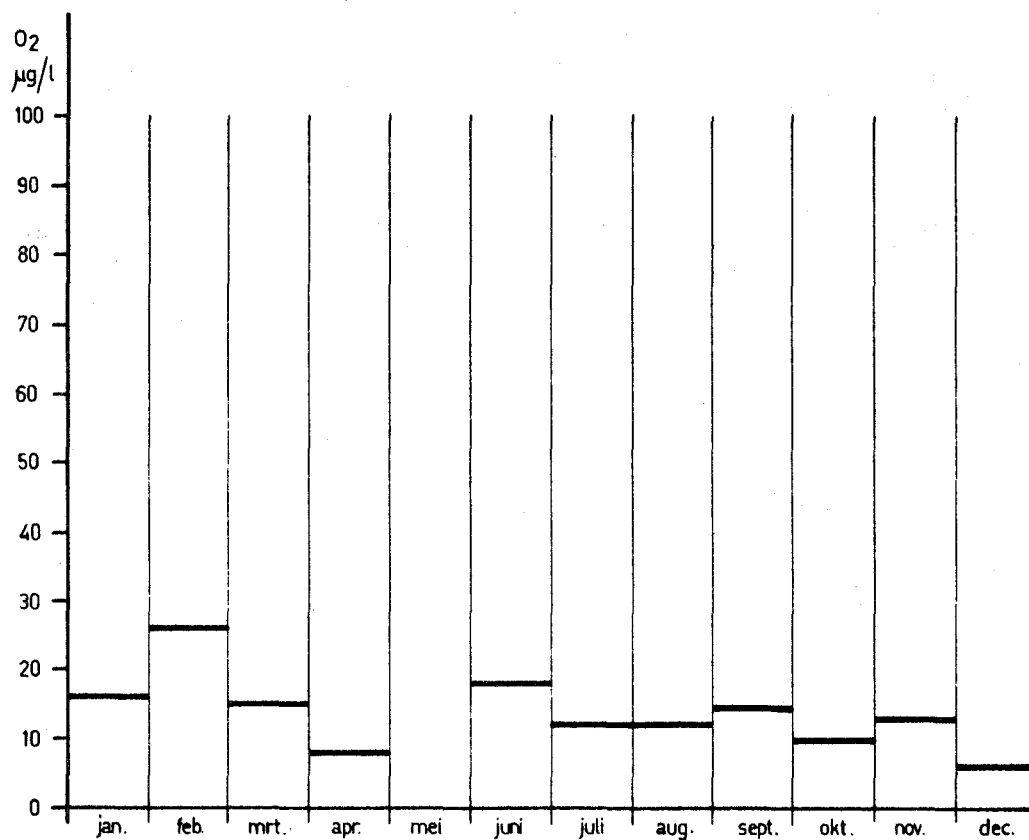
CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN VAN HET PRIMAIR SYSTEEM.

maandgemiddelden Fe - (ijzer) gehalte van het water in 1970

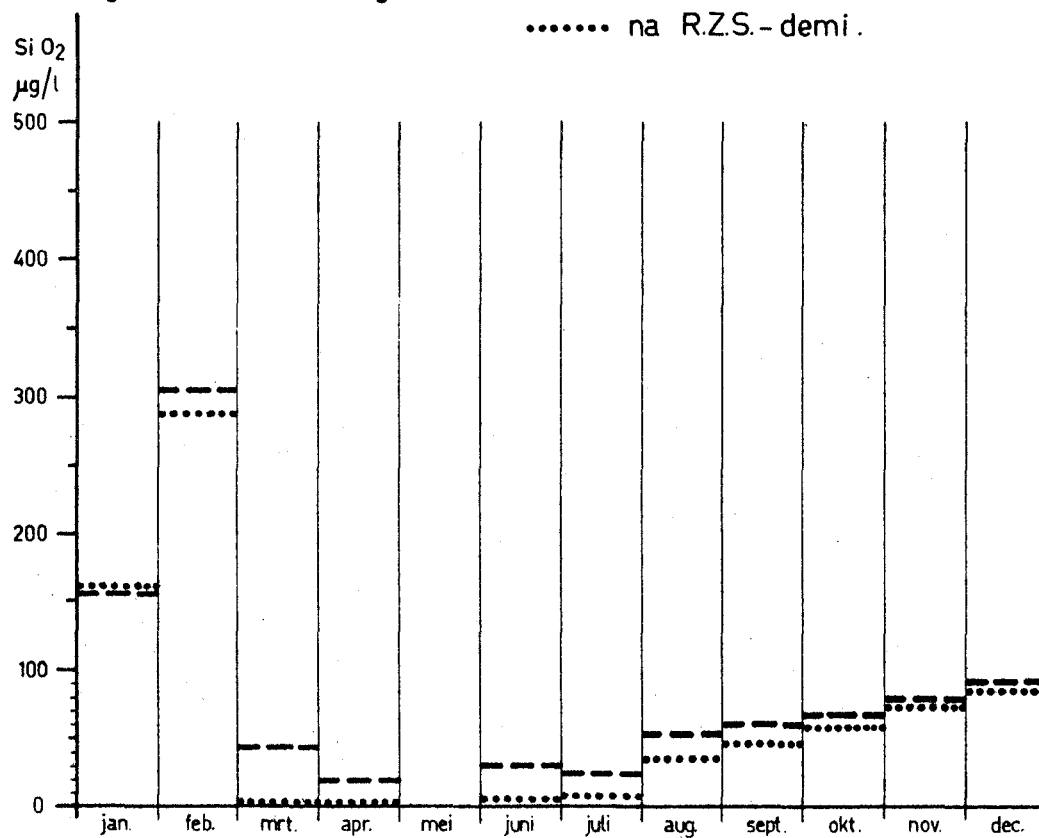


CHEMISCHE EIGENSCHAPPEN VAN HET PRIMAIR SYSTEEM 1970

maandgemiddelde O_2 - gehalte : — voor C.R.S.- demi.



maandgemiddelde $Si O_2$ -gehalte: — reactorwater.
..... na R.Z.S.-demi.



Na de maart-'71 stop is de opgeloste hoeveelheid zuurstof vrijwel altijd minder dan $15 \mu\text{g.l}^{-1}$ doordat de lekkages in het primaire systeem verholpen zijn en geen suppletie meer plaats hoeft te vinden. De kleine variaties in de rest van het jaar zijn veroorzaakt door een kleine lekkage aan de zuigafsluiters van de nevencondensaatpompen.

Wat de radioactiviteit in de verschillende systemen betreft mag opgemerkt worden dat de β en γ -activiteiten ten opzichte van 1969 maximaal met een factor twee gestegen zijn.

Dit geldt ook voor de afgasactiviteit, gemeten na 3 minuten, in de vertragingslijn. Dit alles wijst erop dat nog gesproken mag worden van een zeer dichte splijtstofbekleding; wel wijst de stijging van de activiteit op een zeer geringe splijtstoflekkage.

Om een indruk te geven waardoor de activiteit in het reactorwater veroorzaakt wordt, is hierbij een nuklidensamenstelling toegevoegd.

Voor het uitwerken van gammaspectra, opgenomen van verschillende radioactieve monsters is het SANA-computerprogramma opgezet. De daarmee bereikte resultaten zijn nog voor verbetering vatbaar, maar naar alle waarschijnlijkheid zal het programma in 1971 praktisch bruikbaar worden.

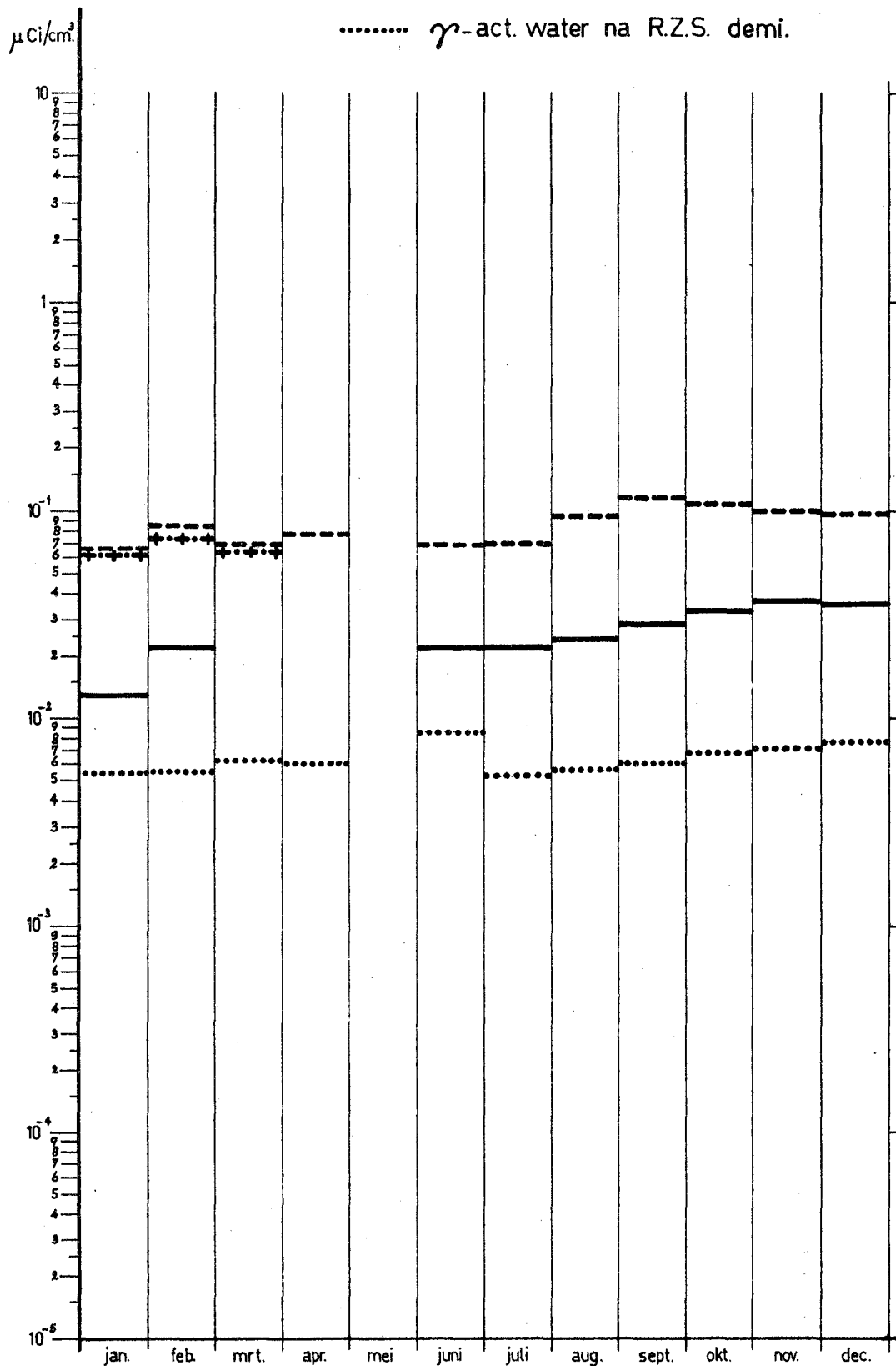
β - EN γ -ACTIVITEIT VAN HET REACTORWATER 1970.

— β -act. reactorwater .

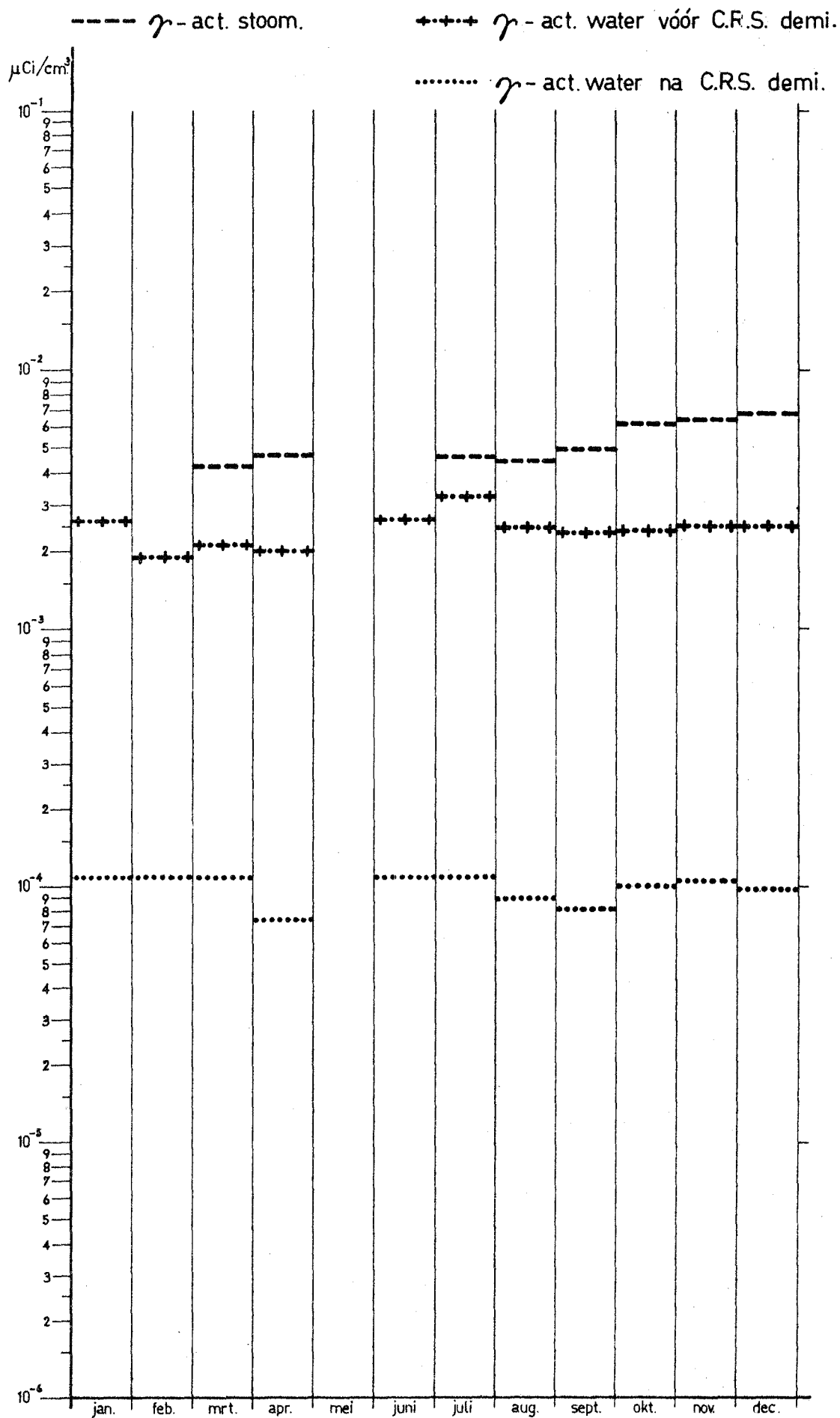
---- γ -act. reactorwater .

+--+ γ -act. water na R.Z.S. cyclonen.

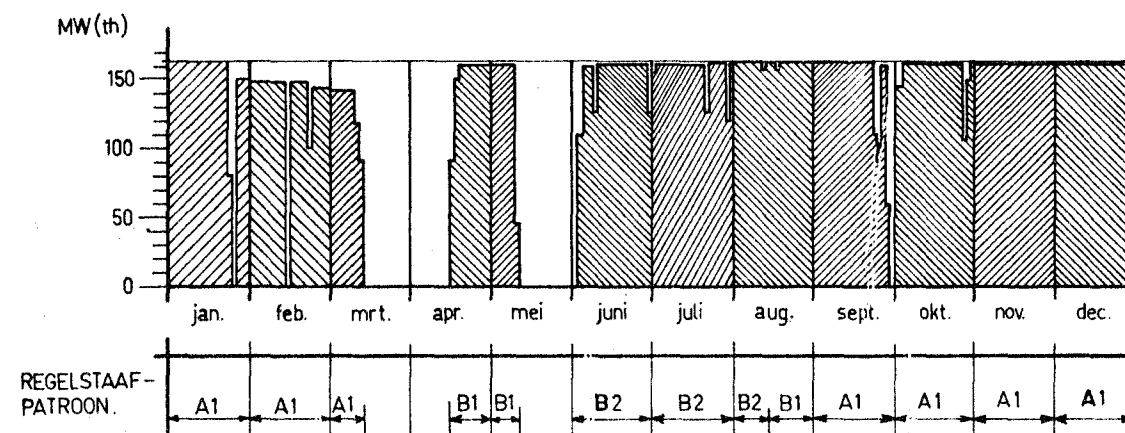
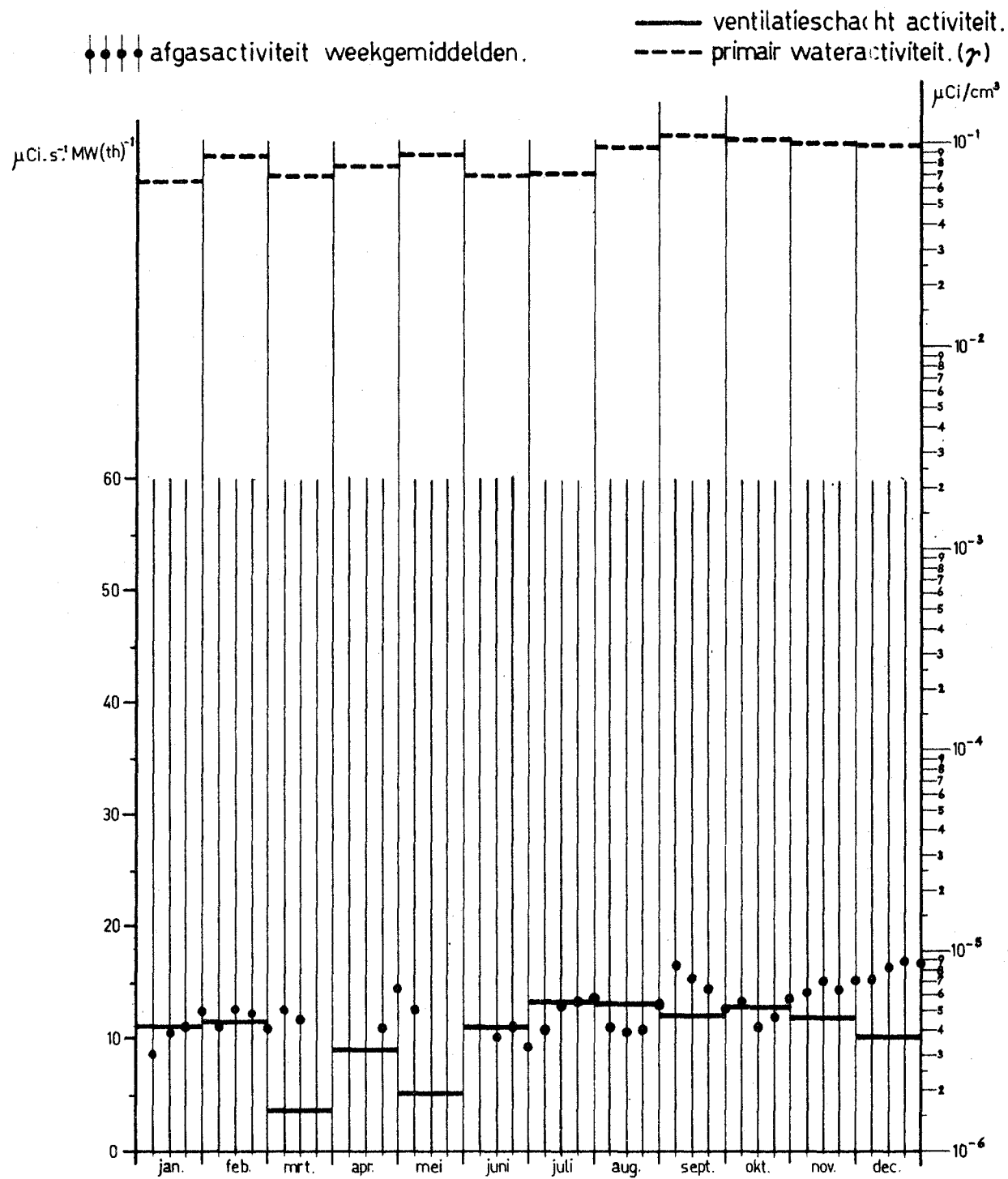
..... γ -act. water na R.Z.S. demi.



γ -ACTIVITEIT VAN DE STOOM 1970.



AFGASACTIVITEIT / BEDRIJFSTOESTAND 1970.



Nuklidensamenstelling van het reactorwater (in $\mu\text{Ci.ml}^{-1}$)

Nukliden	begin 1970	eind 1970
Na-24	$1,4 \cdot 10^{-2}$	$1,4 \cdot 10^{-2}$
Cr-51	$2,3 \cdot 10^{-3}$	$7,5 \cdot 10^{-3}$
Mn-54	$1,7 \cdot 10^{-4}$	$3,2 \cdot 10^{-4}$
Mn-56	---	$2,8 \cdot 10^{-3}$
Co-58	$5,2 \cdot 10^{-5}$	---
Fe-59	$2,2 \cdot 10^{-4}$	$4,9 \cdot 10^{-4}$
Co-60	$5,2 \cdot 10^{-4}$	$2,9 \cdot 10^{-4}$
Zn-65	$4,8 \cdot 10^{-5}$	---
Sr-89	$1,2 \cdot 10^{-5}$	---
Sr-90	$1,8 \cdot 10^{-7}$	---
Sr-91	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$9,2 \cdot 10^{-4}$
Tc-101	---	$2,2 \cdot 10^{-2}$
Mo-101	---	$2,2 \cdot 10^{-2}$
J-131	$(2,6 \cdot 10^{-4}?)$	$1,6 \cdot 10^{-3}$
J-132	$5,0 \cdot 10^{-3}$	$6,5 \cdot 10^{-3}$
J-133	$1,5 \cdot 10^{-3}$	$1,4 \cdot 10^{-3}$
J-134	$1,3 \cdot 10^{-2}$	$2,0 \cdot 10^{-2}$
J-135	$7,2 \cdot 10^{-3}$	$8,4 \cdot 10^{-3}$
Cs-138	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$4,6 \cdot 10^{-3}$
Ba-139	$6,8 \cdot 10^{-4}$	$6,2 \cdot 10^{-4}$
Ba-141	$2,2 \cdot 10^{-3}$	$2,3 \cdot 10^{-3}$
Ba-142	$1,4 \cdot 10^{-3}$	$1,9 \cdot 10^{-3}$
La-142	$3,6 \cdot 10^{-4}$	$4,1 \cdot 10^{-4}$
Te-133 ^m	$4,4 \cdot 10^{-3}$	$3,0 \cdot 10^{-3}$
Σ	$5,7 \cdot 10^{-2}$	$1,2 \cdot 10^{-1}$
Σ jodium	$2,7 \cdot 10^{-2}$	$3,8 \cdot 10^{-2}$
Σ splijtings producten	$3,52 \cdot 10^{-2}$	$7,1 \cdot 10^{-2}$
Σ activerings producten	$1,7 \cdot 10^{-2}$	$2,4 \cdot 10^{-2}$

Waterhuishouding

totaal in 1970

	m ³	µCi
Geloosd via VWB	4.309	2.041.199
Geloosd via WWB	1.120	141.735
Geloosd via ACB	258	139.614
Totaal geloosd in de Waal	5.687	2.322.548

Gemiddelde activiteit van het
geloosde water (vóór verdunning) $4,08 \cdot 10^{-4} \text{ µCi.ml}^{-1}$

VWB = Vloerwaterbehandelingssysteem
WWB = Waswaterbehandelingssysteem
ACB = Afvalchemicaliënbehandelingssysteem.

Om een indruk te krijgen welke hoeveelheden en daarbij behorende activiteiten geproduceerd zijn in de bedrijfsonderbrekingen van maart/april en mei 1970 worden deze gegevens apart vermeld:

	mrt.'70		apr.'70		mei '70		totaal	
	m ³	µCi	m ³	µCi	m ³	µCi	m ³	µCi
geloosd via VWB	524	253.982	365	229.889	624	244.572	1513	728.443
geloosd via WWB	114	15.886	183	56.053	78	10.344	375	82.283
geloosd via ACB	46	20.460	0	0	35	17.418	81	37.878
totaal tijdens de bedrijfs- onderbrekingen in 1970							1969	848.604

Deze bijdrage aan de totaal gedurende 1970 naar de Waal geloosde hoeveelheid water bedraagt ongeveer 35% en de bijdrage aan de activiteit ongeveer 37%.

Buiten de beide lange bedrijfsonderbrekingen is geloosd via het VWB 2796 m³ (afgerond 2800 m³) en via het ACB 177 m³ (afgerond 180 m³).

Totaal geloosd via VWB en ACB 2980 m³.

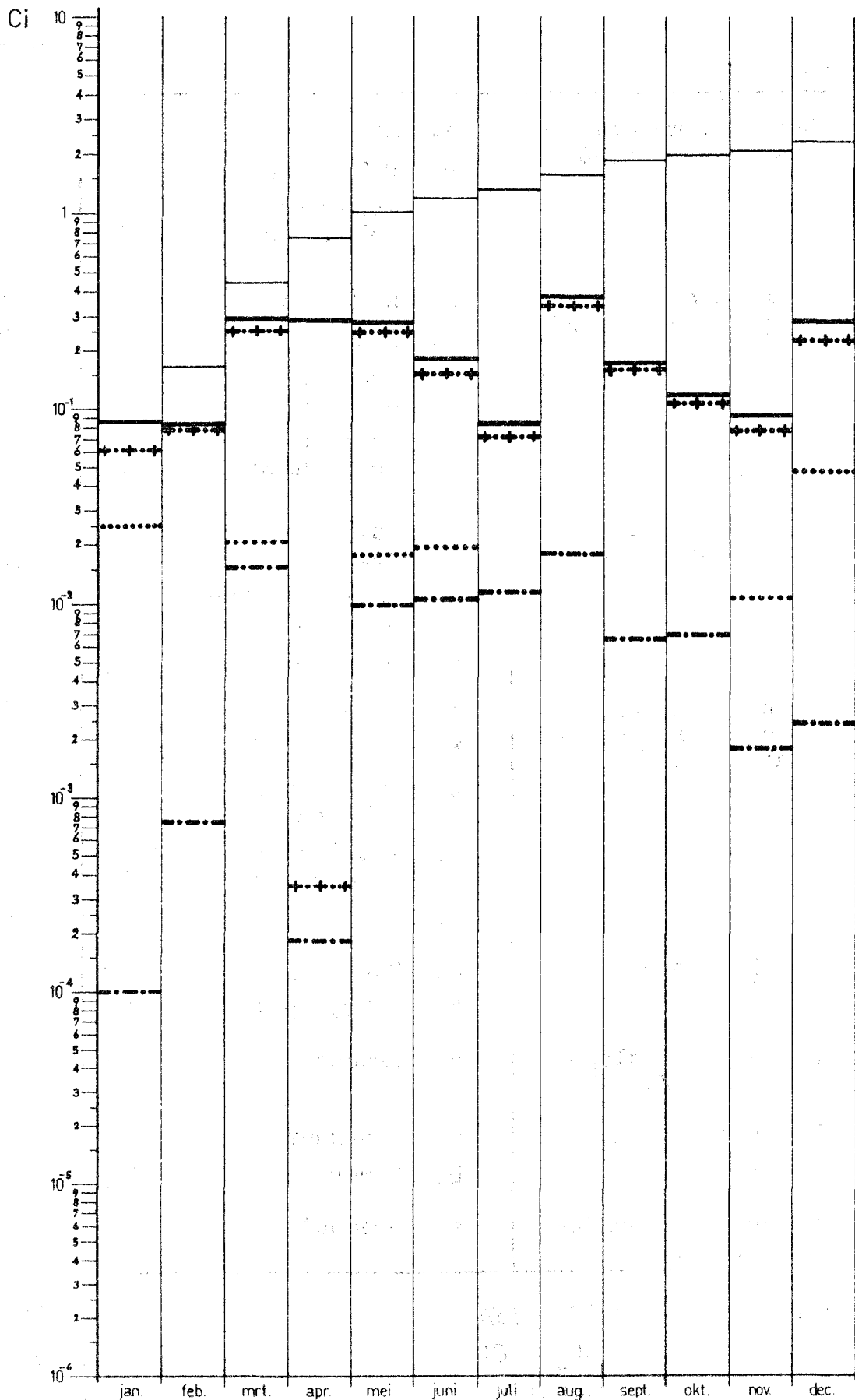
Deze hoeveelheid water is ruwweg afkomstig van

Transport en regeneratie (8 x licht verontreinigd afvalwater 2 x condensaatreinigingssysteem)	1000 m ³
Opspoelen van demi's (11 x condensaatreinigingssysteem)	250 m ³
Lekkage systemen	1250 m ³
Schoonmaken en schoonspoelen van de systemen	480 m ³

De hoeveelheden water die geloosd zijn via het VWB zijn geheel afkomstig van de wasserij.

LOZINGSACTIVITEITEN 1970. (blad 1.)

- - - - - W.W.B. geloosde act./mnd.
 + + + + + V.W.B. geloosde act./mnd.
 A.C.B. geloosde act./mnd.
 ————— geloosde act. naar de Waal /mnd
 ————— geloosde act. naar de Waal vanaf 1 jan.'70.



Chemicaliënverbruik

				totaal 1970
1. Suppletiewaterdemi- installatie (SWD)	a. NaOH 33%	kg		2304
	b. H ₂ SO ₄ 96%	kg		2356
	c. ionenuitwis- selaarhars	l		0
2. Condensaatreini- gingssysteem (CRS)	a. NaOH 33%	kg		546
	b. H ₂ SO ₄ 96%	kg		288
	c. ionenuitwis- selaarhars	l		150
	d. kationuitwis- selaarhars	l		200
3. Reactorwaterreini- gingssysteem (RZS)	a. anionuitwis- selaarhars	l		1300
	b. kationuitwis- selaarhars	l		2700
	c. precoat	kg		8
4. Lichtverontreinigd afvalwaterbehande- ling (IVA)	a. NaOH 33%	kg		2183
	b. H ₂ SO ₄ 96%	kg		1152
	c. anionuitwis- selaarhars	l		250
	d. kationuitwis- selaarhars	l		300
	e. precoat	kg		95
5. Afvalindamper (AIS)	a. NaOH 33%	kg		0
	b. H ₂ SO ₄ 96%	kg		0
6. Splitsstofopslag- bassin (SBK)	a. precoat	kg		52
7. Neutronengiftank (NGS)	a. boorzuur	kg		0
	b. borax	kg		0
8. Vloerwaterbehande- ling (VWB)	a. precoat	kg		422
Totaal				
	NaOH 33%	kg		5033
	H ₂ SO ₄ 96%	kg		3796
	precoat	kg		577

6. STRALINGSCONTROLE

Externe aspecten

Evenals in het jaar 1969 is de geloosde hoeveelheid radio-activiteit via de ventilatieschacht naar de omgeving ver beneden de toelaatbare lozingslimiet van 10 mCi.s^{-1} gebleven, namelijk voor edelgassen een factor 100 en voor stof en halogenen ruim een factor 10^6 .

Wat betreft de lozingen van radioactief afvalwater kan worden opgemerkt dat de ruime marge, ruim een factor 5, welke in 1969 onder de toelaatbare hoeveelheid van $2,6 \text{ Ci.a}^{-1}$ kon worden gebleven, in 1970 niet haalbaar is gebleken. In totaal is in 1970 $2,33 \text{ Ci}$ geloosd, waarbij de tritium activiteit niet is meegerekend.

Gedurende het gehele jaar is uit een verzamelmonster maandelijks de Sr-90 activiteit van het geloosde water gemeten. De gemiddelde specifieke activiteit voor verdunning met het koelwater bedroeg $7,0 \cdot 10^{-8} \text{ } \mu\text{Ci.ml}^{-1}$.

De totale activiteit $393 \text{ } \mu\text{Ci}$; hetgeen overeenkomt met $11798 \text{ } \mu\text{Ci}$ als volgens de lozingsformule genoemd in de Hinderwet-vergunning een vermenigvuldigingsfactor van 30 wordt gehanteerd. Op de totale hoeveelheid geloosde activiteit is deze hoeveelheid niet opgenomen.

Ook de H-3 activiteit werd gedurende het laatste kwartaal maandelijks uit een verzamelmonster bepaald.

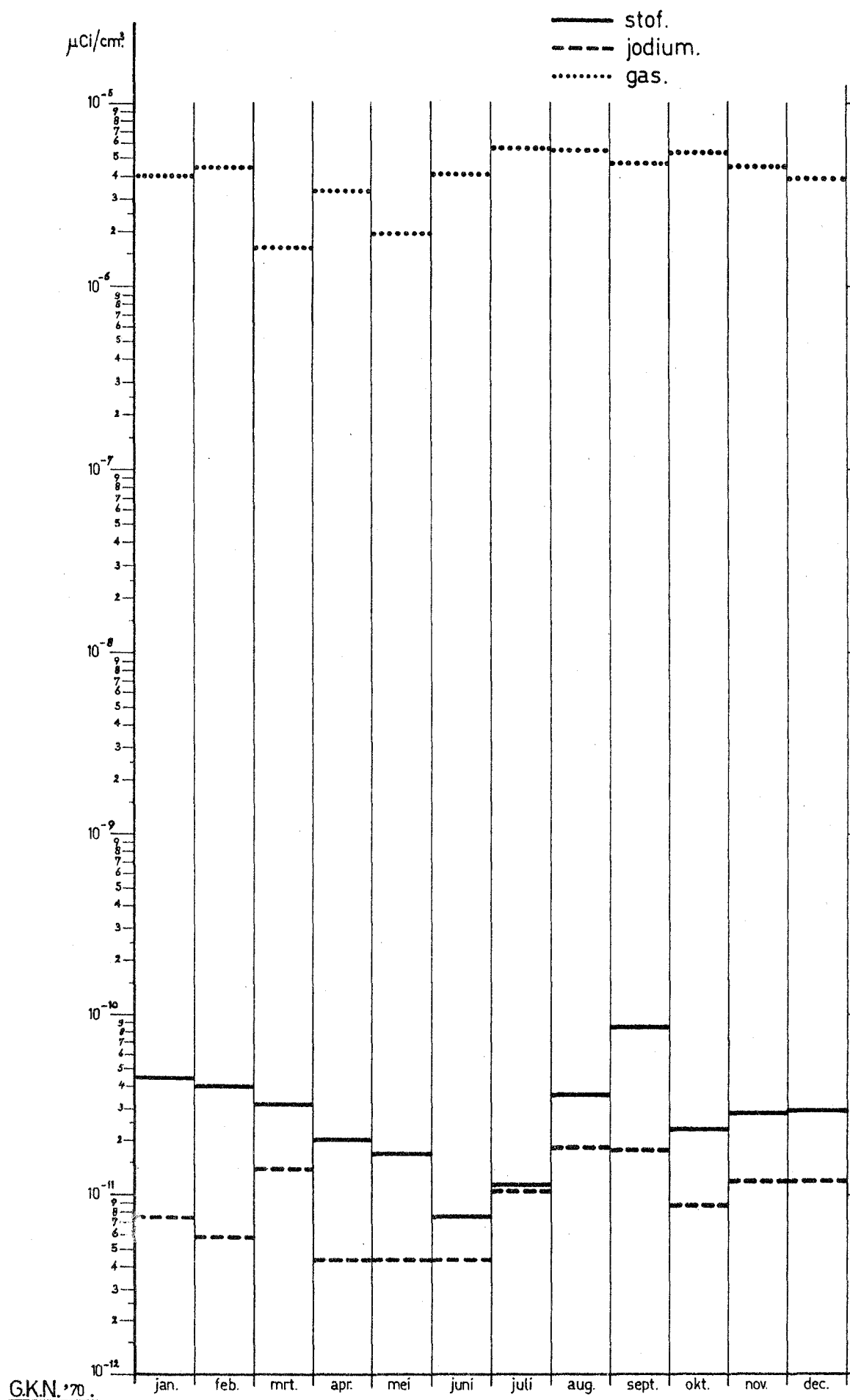
De gemiddelde specifieke activiteit vóór verdunning met het koelwater bedroeg $4,2 \cdot 10^{-4} \text{ } \mu\text{Ci.ml}^{-1}$. Na verdunning $4,6 \cdot 10^{-7} \text{ } \mu\text{Ci.ml}^{-1}$. Indien we deze waarde vergelijken met de maximaal toelaatbare concentratie in drinkwater voor grote bevolkingsgroepen ($1 \text{ MPC} = 3 \cdot 10^{-3} \text{ } \mu\text{Ci.ml}^{-1}$) blijkt dat de geloosde concentratie een factor 6500 onder de genoemde MPC-waarde ligt. Gezien de trend van de laatste drie maanden van 1970 moet worden aangenomen dat de gemiddelde specifieke H-3 activiteit over het jaar constant is gebleven. De totale hoeveelheid geloosd tritium zou dan $2,37 \text{ Ci}$ hebben bedragen.

Zowel voor wat betreft de luchtstofactiviteit als voor de exposiesnelheid van de omgeving is door de N.V. KEMA geen verhoging aangetoond. Dit geldt evenzo voor de oppervlaktewateractiviteit, het jodium-131 gehalte in de melk en de activiteit van het gras.

Metingen (stralingscontrôledienst - radiochemie)

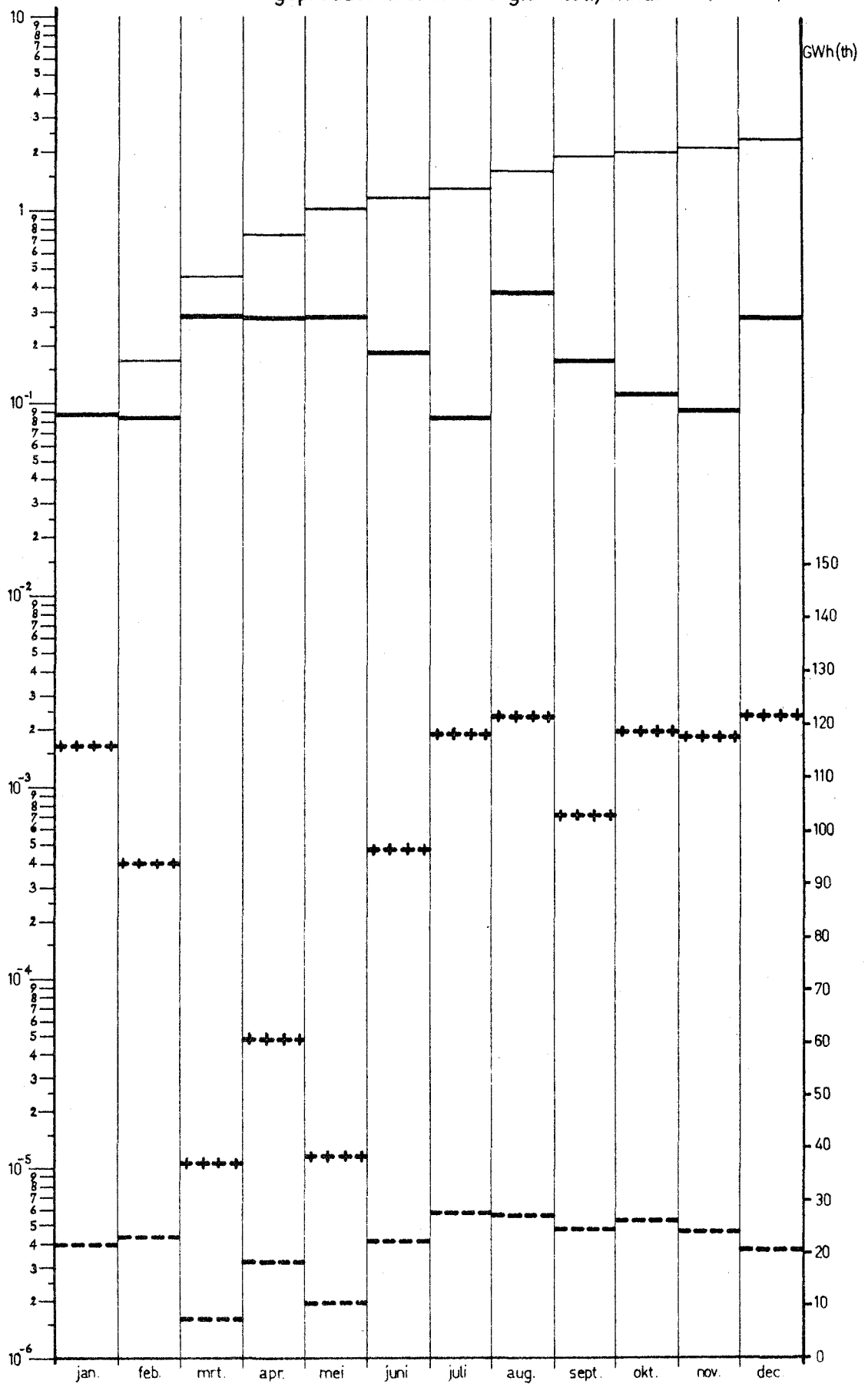
In het algemeen kan worden opgemerkt dat de aangeschafte vast-opgestelde apparatuur in de telkamer in alle opzichten voldoet. In het begin van het jaar werd de automatische apparatuur uitgebreid met een β -handtelopstelling en een γ -handtelopstelling (manual sample-changer) wat de flexibiliteit, ook bij storingen, zeer ten goede kwam.

VENTILATIESCHACHT - LOZINGSACTIVITEIT 1970 .



LOZINGSACTIVITEITEN 1970. (blad 2)

- activiteit vent. schacht gemiddeld/mnd. ($\mu\text{Ci}/\text{cm}^3$)
- activiteit lozingswater totaal/mnd. (Ci)
- activiteit lozingswater (sommatie) (Ci)
- + + + + geproduc. therm. energie tot./mnd. (GWh(th))



De 1024-kanaals gamma spectrometer geeft zoveel informatie in één spectrum dat het uitwerken hiervan te veel tijd opeist. In samenwerking met de N.V. KEMA is een computerprogramma ontwikkeld, dat nadat nog enige modificaties zijn aangebracht zeker goed bruikbaar moet kunnen worden.

De strontium-90 metingen zijn voortgezet voor het reactorwater en het afvalwater, waarvan elke maand een verzamelmonster wordt geanalyseerd.

Sinds november worden bovengenoemde monsters ook op tritium-activiteit gemeten.

Het prepareren van de monsters is ontwikkeld in samenwerking met het Kernreactorlaboratorium van de N.V. KEMA en de activiteitsmeting wordt verricht door de Radiologische Dienst TNO te Arnhem.

Interne aspecten

Tengevolge van de zeer lage concentraties aan splijtingsproducten in het gehele systeem, zijn er geen ernstige problemen geweest voor wat betreft de interne stralingscontrole. Mocht het algemene activiteitsniveau in de centrale onverhoopt toenemen, dan zal mogelijk een uitbreiding van het personeelsbestand voor de stralingscontroledienst noodzakelijk blijken.

Na iedere periode waarin een verhoogde kans op inwendige besmetting bestond, zijn enkele representatieve personen in de totale lichaamsteller gemeten. Als maximale waarde werd een inwendige besmetting geconstateerd welke 5,3% bedroeg van de "maximum permissible body burden" aan corrosieproducten in de longen.

De hoeveelheid opgelopen ioniserende stralen is ten opzichte van 1969 duidelijk toegenomen.

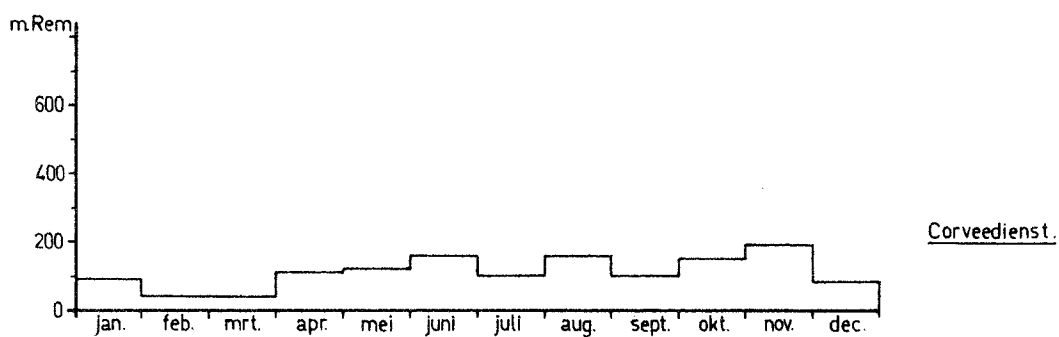
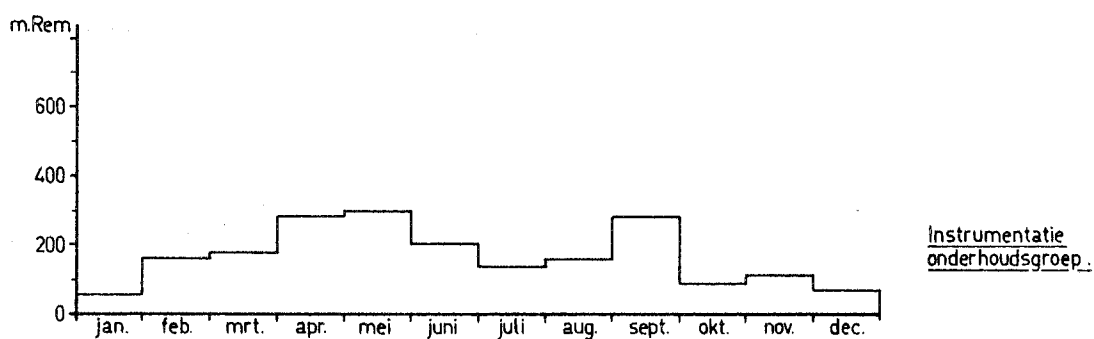
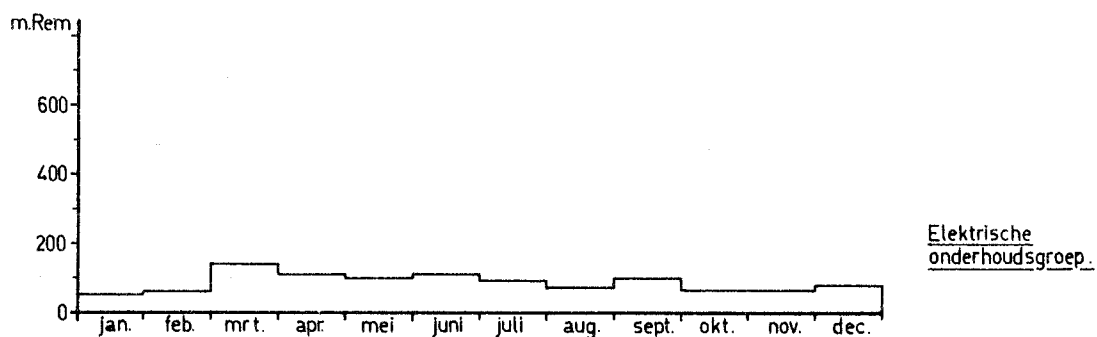
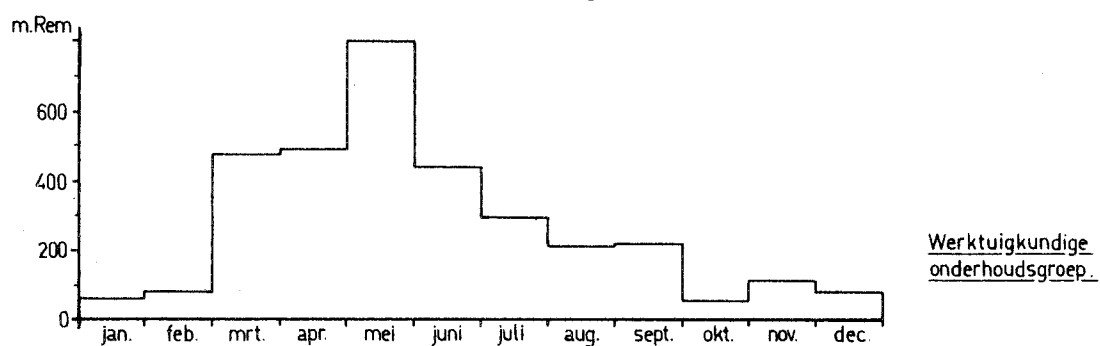
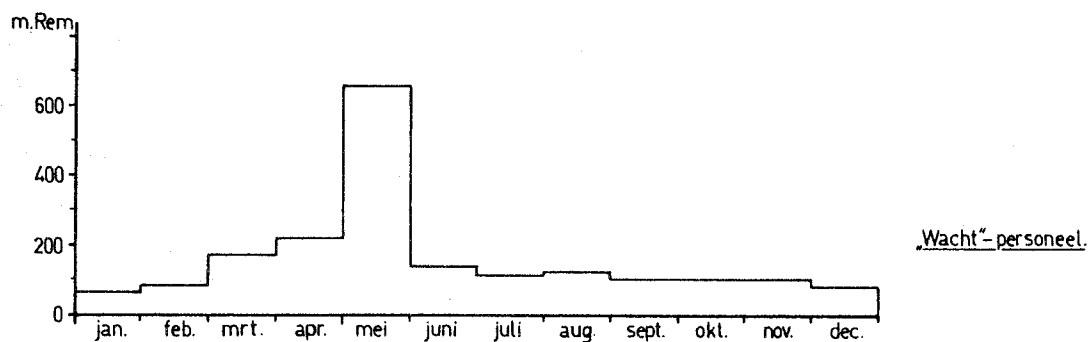
Een belangrijke bijdrage hebben de beide revisieperioden opgeleverd, wat duidelijk blijkt uit de bijgevoegde grafiek waarin de gemiddelde stralingsbelasting per man per groep is uitgezet.

jaar	werktuig- kundig onderhoud	elektro- technisch onderhoud	instru- mentatie onderhoud	corvee dienst	totaal (alle werk- nemers)
1969	1,29	0,54	1,22	0,92	0,92
1970	2,75	0,92	1,74	1,37	1,68

Rem

Rem

Stralingsbelasting gemiddeld per groep / per man over 1970.



In verband met het feit dat voor enkele personen de stralingsdosis de toelaatbare limiet naderde, is de administratie van de dosis veranderd van een optellend systeem naar een aftrekend, zodat op elk ogenblik de nog maximaal te ontvangen dosis bekend is. Bovendien is de jaarschaal glijdend gemaakt, zodat de 12 perioden per jaar niet meer aan het kalenderjaar gebonden zijn en de opgelopen dosis nu ook over een werkelijke 12-maandelijkse periode wordt beschouwd. Dit systeem is ook doorgevoerd in 13 weken per kwartaal voor de toelaatbare kwartaaldosis. Deze werkwijze ten aanzien van de stralingsdosesadministratie wordt door de ICRP aanbevolen.

Splijststofelementen

Plaats	1-1-1970	8-9	9-9	10-9	11-9	14-9	15-9	16-9	31-12-1970
droge splijststof opslag ruimte	9	17	25	33	41	49	57	61	61
reactor	156								156
totaal	165								217

Afvoer radioactief vast afval

In totaal zijn 202 vaatjes van 90 liter inhoud afgevoerd naar het RCN te Petten.

De totale activiteit van de zending bedroeg 2,5 à 3 Ci.

7. BEDRIJFSBUREAU

Voorbereiding van werkzaamheden. De taak die het bedrijfsbureau hierin heeft, te weten het plannen van grotere werkzaamheden, de voortgangscontrole hierop en het evalueren ervan na de uitvoering, alsook de voortgangscontrole op de voorbereidingen van werkzaamheden en het assisteren van de verschillende diensten bij het opzetten van detailplanningen kon, omdat veel tijd werd besteed aan de voorbereiding van de gereedschappen nodig voor het splijtstofwisselen, maar ten dele worden uitgevoerd.

De werkzaamheden van het bedrijfsbureau op dit terrein bleven beperkt tot het opzetten van globale planningen.

Gereedschappen voor het splijtstofwisselen en het werken aan de regelstaafaandrijfmecanismen.

Door het Werktuigkundig Projecten Bureau (WPB) van de Arnhemse Instellingen is veel gereedschap en apparatuur herzien of geheel opnieuw ontwikkeld.

Speciaal met betrekking tot apparatuur voor het werken in en om het reactorvat fungeerde het bedrijfsbureau als schakel tussen het WPB en GKN-Dodewaard.

De eisen waaraan de apparatuur moet voldoen zijn voortgekomen uit de ervaringen opgedaan in eerdere onderhoudsperioden, ervaringen die aanleiding gaven tot het ontwikkelen van apparatuur waarmee:

- sneller gewerkt kan worden waardoor de opgelopen doses aan radioactieve straling verminderd kan worden en de stoptijd korter kan worden (werkzaamheden in en om het reactorvat liggen meestal op het kritische pad).
- gemakkelijker gewerkt kan worden (werkhouding, mechanisch verplaatsen van zware delen).

De gemodificeerde dan wel geheel nieuw ontworpen apparatuur zal voor het eerst in de maart-'71 stop worden gebruikt.

De belangrijkste gereedschappen en oefenopstellingen die gemaakt werden zijn:

- Een reactorkern oefenopstelling in het splijtstofopslagbassin met als doel:
 - Het op bruikbaarheid en betrouwbaarheid testen van nieuw ontwikkeld gereedschap.
 - Het op goede werking testen van bestaand gereedschap vóór een splijtstofwisselperiode.
 - Het oefenen van eigen personeel en derden in het gebruik van de verschillende gereedschappen.

Deze op de bodem van het splijfstofopslagbassin gemonteerde opstelling bestaat uit een complete reactorkerncel, op ware grootte, waarmee alle normale handelingen welke tijdens een splijfstofwisselperiode worden uitgevoerd kunnen worden gesimuleerd:

- het verwijderen en plaatsen van splijststofborgpennen.
- het verwijderen en plaatsen van splijststofelementen.
- het verwijderen en plaatsen van kerninstrumentatie.
- het verwijderen en plaatsen van regelstaven.
- het verwijderen en plaatsen van splijststofsteunplaten.

Alle genoemde handelingen kunnen vanaf het splijststofwisselbordes worden uitgevoerd waardoor ook het wisselbordes functioneel wordt getest. Tevens blijft of wordt het personeel vertrouwd met gebruik en bediening van het wisselbordes.

- Een telescopische splijststofgrijper.
Om het tijdrovende samenstellen en losnemen van bedieningsstukken, nodig voor het ontkoppelen van elk splijststofelement van de splijststofgrijper, uit te schakelen is een aan de splijststofwisselhijskraan hangend telescopisch pijpenstelsel ontwikkeld waarmee het splijststofwisselen zonder gebruik te maken van bedieningsstukken uitgevoerd kan worden.
De eigenlijke splijststofgrijper hangende aan een staalkabel blijft gehandhaafd.
- Splijststofwisselbordes.
De bediening van het wisselbordes is meer eenduidig en robuuster uitgevoerd, waardoor de kansen op vergissingen en storingen verkleind zijn.
De hoogte aanwijzing is voor controle doeleinden dubbel uitgevoerd en voor de onderwaterverlichting zijn speciale kabelhaspels gemonteerd welke ook tijdsbesparend zullen werken.
- Een oefenopstelling voor het werken onder het reactorvat.
Deze op de 22 m vloer van het reactorgebouw geplaatste opstelling is een model op ware grootte van de onderzijde van het reactorvat, compleet met regelstaafmotorhuizen en pijpen voor kerninstrumentatie.
Doel van de opstelling is:
 - Het oefenen van eigen personeel en derden bij het gebruik van de verschillende gereedschappen en werktuigen speciaal die welke bij het demonteren en monteren van regelstaafaandrijvingen worden gebruikt, alsmede het vertrouwd maken met de heersende werkomstandigheden.

- Het testen op bruikbaarheid en betrouwbaarheid van nieuw ontwikkelde gereedschappen en werktuigen te gebruiken bij werken onder het reactorvat.
- Het op conditie testen van bestaande gereedschappen en werktuigen.
- Modificatie van de "RAM-wagen" die dient om regelstaaf-aandrijfmechanismen uit te nemen en terug te plaatsen. Deze zal zodanig gemodificeerd worden dat meer op afstand kan worden gewerkt waardoor de stralingsdoses van het betrokken personeel lager gehouden kan worden; een tweede opvallend punt van het nieuwe concept is dat het positioneren van het werktuig aanmerkelijk gemakkelijker én eenduidiger zal kunnen geschieden waardoor veiliger en sneller gewerkt moet kunnen worden.
- Een mechanisch bewogen werkplatform in de reactorkamer. Het ontworpen platform kan gebruikt worden voor alle werkzaamheden in de reactorkamer welke niet op afstand kunnen gebeuren. Hierbij is speciaal gedacht aan het weghalen en monteren van de opvangconstructie van de regelstaafmotorhuizen, van de neutronenijksysteembuizen en van de start-up kanalen.
- Reactorvatinspectiebordes. Het reactorvatinspectiebordes wordt voorzien van een positioneringsaanduiding en een elektrisch-mechanische aandrijving, verder worden er verschillende houders voor endoscopen en televisiecamera's op aangebracht en wordt de werkvloer voorzien van een 3 cm dikke loodlaag om de door de gebruikers van het bordes opgelopen stralingsdoses te verlagen. Voor het met behulp van ultrasoon apparatuur onderzoeken van delen van het reactorvat en de daarin aangebrachte constructies worden door het Werktuigkundig Projecten Bureau in overleg met het Laboratorium voor Mechanische Technologie, beide afdelingen van de Arnhemse Instellingen, ultrasoontasters ontworpen.

Radioactieveafvalverwerking

De verwerking van vaste radioactieve afval werd in dit jaar voor het eerst sinds het in bedrijf stellen van de centrale ter hand genomen.

- De vaste afval wordt in vaatjes van 90 liter gestort waarna dit wordt samengeperst tot een pakket met behulp van een schrootpers. Hierbij werden geen grote moeilijkheden ondervonden.
- De gehele cyclus: vaste afval in vaatjes, vaatje met inhoud pakketten in schrootpers, pakketten opstapelen in transportvaatje, transportvaatje controleren op besmetting en stralingsniveau waarna de vaatjes worden afgevoerd is wel erg arbeidsintensief.

In totaal werden in het verslagjaar circa 600 vaatjes van 90 liter met radioactieve afval gepaketteerd welke in 200 vaatjes van 90 liter werden afgevoerd naar het RCN in Petten voor verdere verwerking.

Het betrof in hoofdzaak licht besmet vast afval bestaande uit:

- isolatiemateriaal, vrijgekomen bij turbine modificaties
- filters uit de afvoerventilatie
- verbruiksmateriaal uit gecontroleerd gebied
- metalen, vrijgekomen bij reparaties
- gedragen en versleten beschermendekleding
- verbruikte papieren handdoeken (veel gebruikt als poetslap)

De totale activiteit van het afgevoerde vaste afval bedroeg 2,5 à 3 Ci.

Schoonmaakwerk in de centrale

De hoeveelheid werk waarvoor de corveedienst zich geplaatst zag nam gestadig toe.

Naast de routine werkzaamheden brachten de vele modificatiewerkzaamheden in de centrale veel werk mee in de vorm van transport, steigerbouw en schoonmaken na afloop van de werkzaamheden.

Het toegenomen aantal plaatsen waar een vloerbesmetting optrad maakte het noodzakelijk meer overstapplaatsen in te richten welke zeer frequent (minimaal tweemaal per dag) met veel materiaal, tengevolge van het intensieve gebruik onder andere door de vele derden, moeten worden bevoorraad. Dit gaf voor de wasserij een grotere belasting.

Het kleine tuinonderhoud is het afgelopen jaar ook ter hand genomen. Dit eiste een niet onaanzienlijk aantal manuren.

De verwerking van het vaste radioactieve afval, ondergebracht bij de corveedienst, werd voor het eerst op grote schaal aangepakt.

Uit de corveedienst wordt hulp geboden aan de magazijndienst.

Magazijn

In het afgelopen jaar is nagenoeg het gehele voorraadpakket van materialen en apparaten, in het magazijn aanwezig, op kaart gebracht. Hier werd door de verschillende onderhoudsdiensten aan mee gewerkt.

Het aantal in het magazijn ontvangen zendingen bedroeg ruim 2000 stuks, dit als resultaat van circa 1400 bestellingen.

BERICHT AAN DE LEZERS

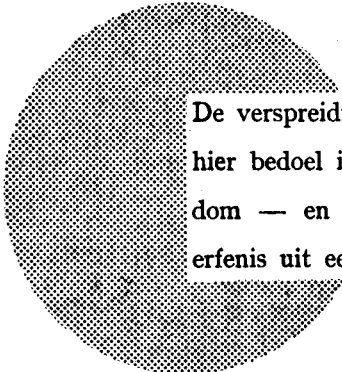
Alle door de Commissie van de Europese Gemeenschappen gepubliceerde wetenschappelijke en technische rapporten worden aangekondigd in het maandblad „euro-abstracts”.

Abonnementen (hfl 59,30, bfrs 820,— per jaar), of gratis proefnummers, zijn verkrijgbaar bij :

Handelsblatt GmbH
„euro-abstracts”
D-4 Düsseldorf 1
Postfach 1102
Duitsland

of

Bureau voor Officiële Publikaties
der Europese Gemeenschappen
Postbus 1003 - Luxemburg 1



De verspreiding van kennis is de verspreiding van welvaart — en hier bedoel ik de collectieve welvaart en niet de individuele rijkdom — en bij welvaart verdwijnt geleidelijk het kwaad, onze erfenis uit een donker verleden.

Alfred Nobel

BELANGRIJKE MEDEDELING

Alle door de Commissie van de Europese Gemeenschappen gepubliceerde rapporten zijn verkrijgbaar bij de volgende kantoren tegen de prijzen vermeld op de keerzijde van het dekblad. In geval van schriftelijke bestelling gelieve het EUR-nummer en de titel vermeld op het dekblad te willen opgeven.

BUREAU VOOR OFFICIËLE PUBLIKATIES DER EUROPESE GEMEENSCHAPPEN

Postbus 1003 - Luxemburg 1
(Compte chèque postal N° 191-90)

BELGIQUE — BELGIË

MONITEUR BELGE
Rue de Louvain, 40-42 - B-1000 Bruxelles
BELGISCH STAATSBAD
Leuvenseweg 40-42 - B-1000 Brussel

DEUTSCHLAND

VERLAG BUNDESANZEIGER
Postfach 108 006 - D-5 Köln 1

FRANCE

SERVICE DE VENTE EN FRANCE
DES PUBLICATIONS DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
rue Desaix, 26 - F-75 Paris 15°

ITALIA

LIBRERIA DELLO STATO
Piazza G. Verdi, 10 - I-00198 Roma

LUXEMBOURG

OFFICE DES
PUBLICATIONS OFFICIELLES DES
COMMUNAUTÉS EUROPÉENNES
Case Postale 1003 - Luxembourg 1

NEDERLAND

STAATSDRUKKERIJ
en UITGEVERIJBEDRIJF
Christoffel Plantijnstraat - Den Haag

UNITED KINGDOM

H. M. STATIONERY OFFICE
P.O. Box 569 - London S.E.1

Commissie van de
Europese Gemeenschappen
D.G. XIII - C.I.D.
29, rue Aldringen
Luxembourg